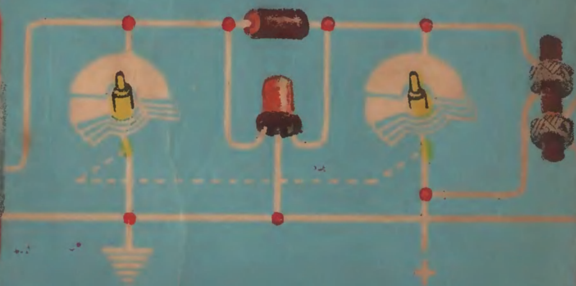
P. APOSTOL

SCHEME DE AMPLIFICATOARE DE JOASĂ FRECVENȚĂ



RADIO și TELEVIZIUNE

Editura Tehnică

Ing. PAUL APOSTOL

SCHEME DE AMPLIFICATOARE DE JOASĂ FRECVENȚĂ



EDITURA TEHNICĂ

București — 1961

P R E F A Ț A

Potrivit Directivelor Congresului al III-lea al P.M.R. în țara noastră se va construi o fabrică de piese radio și semiconductori, se vor fabrica televizoare. Se creează astfel o bază materială solidă, care va permite dezvoltarea într-un ritm mult mai ridicat a radioamatorismului.

Domeniul frecvențelor joase prezintă un mare interes pentru radioamatori și radiotehnicieni atît în ceea ce privește construcția propriu-zisă cît și informarea privitoare la obținerea înaltei fidelități și a redării stereofonice. Din acest ultim punct de vedere, realizările electroacustice de la sala Palatului R.P.R. ne situează la cel mai înalt nivel al tehnicii mondiale. Și acesta este un motiv în plus ca radioamatorii, radiotehnicienii și inginerii noștri să se țină la curent cu progresele în acest domeniu.

În această broșură sînt prezentate 39 de montaje de amplificatoare de joasă frecvență, începînd cu cele mai simple și terminînd cu cele de înaltă fidelitate și stereofonice. Opt din montajele descrise sînt cu tranzistoare.

Unele din montajele prezentate sînt preluate din broșura „Scheme de amplificatoare de joasă frecvență pentru radioamatori", apărută în U.R.S.S. în „Biblioteca radio pentru mase", sub îngrijirea lui F.I. Tarasov.

Între montajele descrise este și amplificatorul combinei „Electronica", care alimentează cinci difuzoare, putînd fi alimentat de magnetofon, picup și radioreceptor — și care reprezintă o frumoasă realizare a industriei noastre radiotehnice.

Această broșură reprezintă numai un început în acest domeniu așa de actual și cu atît de multe aplicații practice.

Editura Tehnică

În lucrare sînt descrise diferite scheme de amplificatoare de joasă frecvență cu o largă utilizare în radiodifuziune, radioficare, la sonorizări în spații (închise sau deschise) mai mici sau mai mari, pentru audierea diverselor programe.

Sînt prezentate montaje de la cele mai simple, care pot fi realizate chiar de radioamatorii începători, pînă la cele mai perfecționate — care asigură o înaltă fidelitate.

Lucrarea se adresează unui cerc larg de radioamatori, radiotehnicieni și ingineri care se interesează de probleme de radio.

Introducere

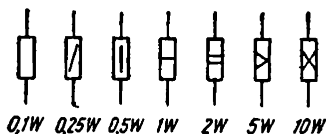
În ultimii ani, pe plan mondial, s-au făcut mari progrese în domeniul joasei frecvențe. Succese deosebite s-au obținut în ceea ce privește înregistrarea și redarea sunetului cu înaltă fidelitate și stereofonic.

Amplificatoarele de joasă frecvență ocupă un loc important în lanțul electroacustic și în ultimul timp au ajuns la un înalt grad de perfecțiune.

Ele au căpătat o răspîndire din ce în ce mai largă fiind folosite în radiodifuziune, radioficare, la sonorizări în spații închise și deschise, în înregistrări și reproduceri profesionale sau de amatori etc.

Lucrarea și-a propus să analizeze schemele unor amplificatoare de joasă frecvență începînd cu cele mai simple, care pot fi construite de către radioamatorii chiar cu o experiență mai mică, și terminînd cu cele mai complexe ca cele de înaltă fidelitate și stereofonice.

Se prezintă schemele cu valori a 39 de montaje cu tuburi electronice și tranzistoare, dîndu-se indicații asupra pieselor, construcției și reglării amplificatoarelor.



Montajele descrise folosesc tuburi electronice din seria sovietică și seria europeană.

Pentru a ușura urmărirea schemelor, care adesea sînt prea încărcate, s-a păstrat notația sovietică în ceea ce privește puterea rezistențelor.

Considerăm că scopul lucrării va fi atins dacă radioamatorii vor putea să construiască parte din montajele prezentate și dacă exigența lor în ceea ce privește calitățile redării sunetului va crește.

I. Amplificatoare cu un singur tub electronic (adaptor)

Cele mai simple construcții de amplificatoare de joasă frecvență pot fi executate cu un singur tub electronic. Aceste montaje permit reproducerea discurilor sau a benzilor de magnetofon, în cazul în care se dispune de un radioreceptor care nu are o amplificare suficientă în etajele de joasă frecvență. Se înțelege că aceasta implică de asemenea existența unui picup sau a unui mecanism de antrenare a benzii.

Montajul I. Schema principială a unui astfel de amplificator se prezintă în fig. 1. Aici se folosește partea de triodă a tubului EBC81. Alimentarea filamentelor (6,3 V) și a circuitului anodic se face de la radioreceptor. La intrarea amplificatorului se aplică semnalul dat de doza unui picup. Acest semnal este amplificat în anodul tubului, de aproximativ 30 de ori. Prin condensatorul de blocare a tensiunii anodice C_2, el se aplică pe grila primului tub de joasă frecvență din radioreceptor. Este bine ca legătura anod-grilă să fie făcută cît mai scurt posibil și cu un cablu blindat, pentru a evita captarea și amplificarea zgomotului de rețea.

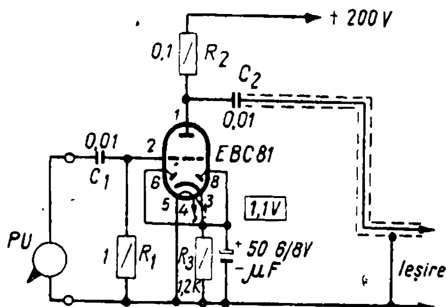


Fig. 1. Schema de principiu a unui adaptor pentru reproducerea discurilor, realizat cu tubul EBC81.

Piesele amplificatorului pot fi montate pe o bucată de placaj cu dimensiunile de 100 × 100 mm, după care aceasta se prinde pe peretele din spate al cutiei radioreceptorului.

Montajul II. Un alt amplificator de acelaşi fel, care însă foloseşte partea de triodă a tubului 6Г7, este dat în fig. 2. Aici comutatorul bipolar *K* are rolul conectării şi deconectării amplificatorului. În rest, funcţionarea amplificatorului este similară cu a celui din fig. 1.

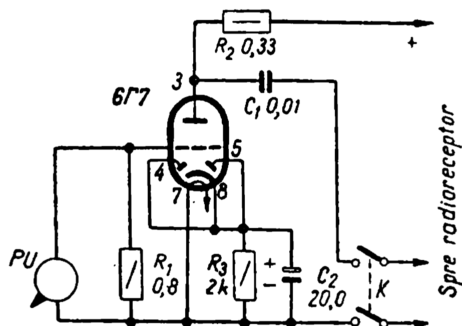


Fig. 2. Schema de principiu a unui amplificator adaptor pentru picup realizat cu tubul 6Г7.

Se pot folosi şi alte tuburi ca preamplificatoare, ca de exemplu 6C5, 6H7C, 6H8C, 6H9C, 6C2C, 6Г1, 12Г1, 6Г2, 12Г2 etc., din seria de tuburi sovietice şi ECC82, ECC83, EABC80 etc. din seria de tuburi europene. Valorile tensiunilor anodice şi ale elementelor din diversele circuite sînt date în tabela 2, la sfîrşitul cărţii.

Montajul III. Un alt amplificator cu un singur tub, a cărui schemă se vede în fig. 3, permite să se înregistreze pe

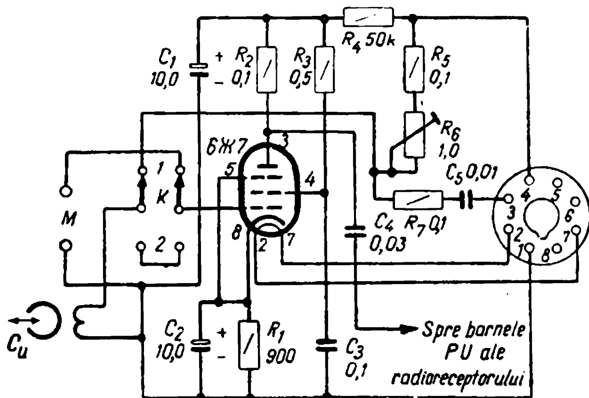


Fig. 3. Schema de principiu a unui amplificator adaptor pentru înregistrarea şi redarea benzilor de magnetofon.

bandă de magnetofon programul (vorbă sau muzică) captat de un microfon, o doză de picup sau receptor, în cazul în care se dispune de un mecanism de antrenare a benzii și de un radioreceptor. Acest program poate fi apoi redat.

Amplificatorul se conectează la receptor cu ajutorul unui suport pentru tubul electronic de trecere format dintr-un soclu de tub „încălțat“, care are pe el legăturile de alimentare și de semnal. Suportul pentru tubul electronic se introduce în soclul tubului etajului final al receptorului, iar tubul final în soclul suportului pentru tubul electronic. În acest caz, prin piciorușele *2* și *7* ale suportului pentru tubul electronic de trecere se aplică tensiunea de încălzire la tubul preamplificator, iar prin piciorușele *1* și *4* se aplică tensiunea anodică de la redresorul receptorului.

Pentru înregistrare, comutatorul K se trece în poziția *1*. În acest caz, capul universal de magnetofon C_u se conectează prin circuitul de corecție R_7C_5 la circuitul anodic al tubului final al receptorului, de unde primește tensiunea de audiofrecvență. Simultan, prin rezistențele R_5 și R_6, se aplică capului de magnetofon curentul continuu de premagnetizare.

Dacă înregistrarea se face de la microfon, acesta se conectează la intrarea tubului preamplificator, iar anodul acestuia se unește prin condensatorul C_4 cu borna caldă (borna opusă la masă) pentru picup a receptorului. La înregistrarea transmisiilor radio, conductorul de legătură cu condensatorul C_4 se scoate din borna receptorului. La înregistrarea discurilor, se introduce cordonul care vine de la doza picupului, în bornele corespunzătoare ale aparatului de radio.

La reproducerea înregistrării, comutatorul K este trecut în poziția *2*, iar conductorul de legătură cu condensatorul C_4 este conectat la receptor prin bornele de picup.

Pentru înregistrare și reproducere se utilizează un cap universal de mare impedanță (bobinat cu cupru emailat, cu diametrul de 0,1 mm).

Înregistrarea se poate șterge cu ajutorul unui magnet permanent (de exemplu magnetul unui difuzor sau al unui aparat de măsurat magnetoelectric), așezat pe panoul mecanismului de antrenare a benzii.

Acest amplificator suplimentar permite realizarea cu mijloace simple a unor înregistrări și reproduceri magne-

tice. Bineînțeles, din cauză că premagnetizarea și ștergerea se execută cu ajutorul curentului continuu, zgomotul de fond este relativ mare și calitatea audiției este scăzută. Totuși, satisfacția pe care o dă radioamatorului începător este foarte mare.

Preamplificatorul poate fi mòntat pe o scoabă de aluminiu și aceasta se prinde de panoul macanismului de antrenare a benzii.

Etajul final de la care se poate face alimentarea poate fi un tub electronic sovietic octal de tipul 6П3С, 6П6С, 6Ф6С etc. În cazul în care tubul final al radioreceptorului este de alt tip, este necesar să se facă modificări în ceea ce privește legăturile preamplificatorului la suportul etalonului.

Alte tuburi electronice care se pot folosi în cazul în care nu se dispune de tubul 6Ж7, bineînțeles modificînd valorile elementelor componente, sînt 6Ж8, 6Б8С, EF80, EF86 etc.

Montajul IV. Pentru redarea discurilor de gramofon se pot folosi și amplificatoare simple cu un singur tub electronic, care să funcționeze independent de radioreceptor.

Fig. 4. Schema de principiu a unui amplificator simplu pentru reproducerea discurilor de gramofon, realizat cu tubul 6П9.

Tensiunea de atac trebuie să fie relativ mare, deci trebuie folosit un picup cu doză de cristal, care are o sensibilitate mai bună.

Schema unui astfel de amplificator se poate vedea în fig. 4. Amplificatorul conține un singur etaj de amplificare

de joasă frecvență cu tubul 6П9 și se alimentează de la rețeaua de curent alternativ prin redresorul propriu, realizat cu dubla diodă 6Ц5С. Tubul final utilizat, avînd o pantă mare, asigură o reproducere a înregistrărilor pe discuri, cu volum suficient și cu distorsiuni mici. Puterea de ieșire a unui astfel de amplificator este de aproape 2 W.

S c h e m a. Tensiunea de joasă frecvență dată de doza piezoelectrică a picupului se aplică grilei de comandă a tubului T_1 prin potențiometrul R_1, cu ajutorul căruia se face reglarea volumului. Oscilațiile de joasă frecvență amplificate de acest tub se aplică apoi prin transformatorul Tr_1 la difuzorul D_f, care le transformă în oscilații acustice.

Tensiunea alternativă de rețea necesară alimentării amplificatorului (127 sau 220 V) se aplică prin întrerupătorul K și siguranța S la autotransformatorul Tr_2, care micșorează această tensiune (la 6,3 V) pentru filamentele tuburilor T_1 și T_2 și în același timp dă posibilitate aplicării tensiunii de 220 V (indiferent de tensiunea rețelei) pe anodul tubului T_2, unde este redresată. Tensiunea redresată este filtrată cu ajutorul înfășurării de compensare II a transformatorului de ieșire Tr_1 și a condensatoarelor C_3 și C_4 și aplicată circuitului anodic și de ecran al tubului amplificator T_1. Utilizarea înfășurării de compensare a transformatorului de ieșire în locul unei bobine de șoc simplifică construcția filtrului.

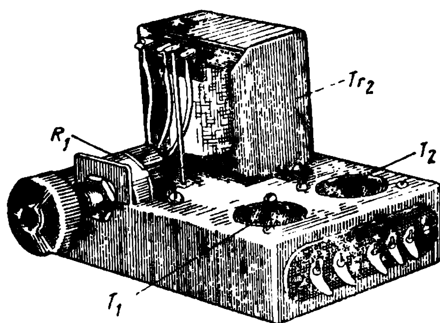


Fig. 5. Vedere de ansamblu a amplificatorului realizat după schema din fig. 4.

C o n s t r u c ț i a ș i p i e s e l e. Amplificatorul poate fi realizat pe un șasiu de oțel sau de aluminiu (fig.5) cu dimensiunile de 130 × 90 × 30 mm. Pe panoul superior al șasiului sînt așezate soclurile și transformatorul de rețea, pe pereții săi laterali — butonul de volum (cu întrerupătorul de

rețea) și plăcuțele cu siguranțe și contacte pentru conectarea picupului și a rețelei de alimentare, iar în interiorul șasiului — transformatorul de ieșire, rezistențele fixe și condensatoarele.

Pentru a evita un zgomot de rețea accentuat, conductoarele care unesc doza de picup cu grila de comandă a tubului amplificator trebuie să fie ecranate (blindate).

Șasiul gata montat este așezat în aceeași cutie cu difuzorul. Pentru a asigura o sonoritate normală nu trebuie folosite cutii de dimensiuni prea mici.

La acest amplificator se poate folosi orice difuzor cu o putere de 2—3 W, ca de exemplu difuzorul sovietic 2-ГДМ-3, care are impedanța bobinei mobile egală cu 3 Ω sau difuzorul de 2,5 W de producție indigenă, care are impedanța bobinei mobile egală cu 4 Ω.

Transformatorul de ieșire Tr_1 este executat pe tole E10 cu grosimea pachetului de 20 mm. Înfășurarea *I* are 4 000 spire din sîrmă de cupru emailat, cu diametrul de 0,12—0,15 mm; înfășurarea *II* este bobinată în același sens și are 400 spire din același conductor. Numărul de spire și diametrul sîrmei din înfășurarea *III* depind de impedanța difuzorului pe care îl avem la dispoziție. În tabela 1 se dau numărul de spire și diametrul conductorului înfășurării *III*, pentru diverse valori ale impedanței difuzorului.

Tabela 1

Impedanța difuzorului	Ω	3	4	6	10	12	15
Numărul de spire din secundarul transformatorului	—	80	92	103	146	160	179
Diametrul sîrmei	mm	0,7—0,8	0,6—0,7	0,5—0,6	0,4—0,5	0,35-0,40	0,3—0,35

În cazul utilizării unui difuzor electrodinamic cu premagnetizare, înfășurarea sa de excitație poate servi ca bobină de șoc a filtrului. În acest caz, înfășurarea de compensare a transformatorului de ieșire devine inutilă. Rezistența înfășurării de excitație nu trebuie să depășească 500—800 Ω, căci altfel tensiunea continuă a grilei ecran a tubului final scade prea mult.

Autotransformatorul Tr_2 poate fi procurat gata executat de la receptorul „Moskvici“ sau AP3-49. El se poate construi cu mijloace proprii pe tola E12,5 cu miez de 5 cm² secțiune. Înfășurarea *I* (pentru filamentele de încălzire ale tuburilor) trebuie să aibă 44 spire cu conductor de cupru emailat de 0,8—0,9 mm; înfășurarea *II* trebuie să aibă 790 spire cu conductor de 0,25—0,27 mm, iar înfășurarea *III* — 700 spire cu sîrmă de 0,2—0,22 mm.

R e g l a r e a. Reglarea amplificatorului constă în esență din controlul regimului de funcționare al tubului amplificator și alegerea condensatorului C_1, a cărui capacitate este indicată aproximativ în schema de principiu. Tensiunile continue pe electrozii tubului (față de șasiu) sînt indicate în schema din fig. 4.

Montajul V. Un alt amplificator, ceva mai complex, care folosește un tub electronic dublu se poate vedea în fig. 6. Tubul ECL82 utilizat în montaj este format dintr-

Fig. 6. Schema de principiu a unui amplificator de joasă frecvență realizat cu tubul ECL82.

o triodă și o pentodă finală, montate în același balon de sticlă. Trioda se folosește ca preamplificatoare, iar pentoda ca etaj final cu o putere de ieșire de aproape 3 W. Sensibilitatea montajului (tensiunea de intrare pentru care la ieșire se obține puterea nominală) este de circa 0,12 V, ceea ce este suficient pentru a putea reda discurile cu ajutorul unei doze de cristal chiar mai slabă. Amplificatorul se poate alimenta de la o rețea de curent alternativ de 110, 120, 180 și 220 V.

S c h e m a. Semnalul de audiofrecvență dat de picup se aplică prin condensatorul C_1 pe potențiometrul R_1 și de aici, divizat la alegere, pe grila triodei. Din anodul acesteia, amplificat, atacă grila tubului final. Catozii triodei și ai pentodei sînt decuplați la masă prin condensatoarele electrolitice C_2 și C_3. În rest, funcționarea amplificatorului este similară cu a celui descris anterior. Singura deosebire este în ceea ce privește alimentarea, care se face cu ajutorul unui tub ce redresează ambele alternanțe.

În transformatorul de ieșire există înfășurarea *II* de compensare a zgomotului de rețea și în serie cu ea, o rezistență care micșorează tensiunea continuă pe grila ecran și în același timp îmbunătățește filtrajul tensiunii redresate.

C o n s t r u c ț i a ș i p i e s e l e. Amplificatorul poate fi realizat pe același șasiu ca și montajul IV, bineînțeles folosind socluri novale. Transformatorul de ieșire Tr_1 se poate realiza pe tole E8 cu o grosime a pachetului de 20 mm. Înfășurarea primară se bobinează cu sîrmă de cupru emailat de 0,1—0,12 mm, cu 2 600 spire (înfășurarea *I*) continuate cu încă 280 spire (înfășurarea *II*) în același sens; înfășurarea secundară (*III*) este bobinată cu sîrmă de 0,6—0,7 mm și are 72 spire. Un difuzor care este adecvat acestui amplificator este difuzorul de producție indigenă sau orice difuzor care are o impedanță de 4 Ω. În cazul folosirii unui difuzor cu o impedanță diferită, pentru a păstra adaptarea, trebuie modificat corespunzător și numărul de spire din înfășurarea secundară.

Transformatorul de rețea Tr_2 se execută pe tole E12,5 cu o grosime a pachetului de 23 mm. Din înfășurarea primară se scot prize în felul următor: se bobinează 825 spire cu sîrmă de cupru emailat cu diametrul de 0,3 mm (priza de 110 V), pe urmă în același sens și cu aceeași sîrmă se bobi-

nează încă 75 spire (120 V); în continuare, însă cu sîrmă de 0,25 mm, se bobinează 400 spire (priza de 180 V) şi cu 0,22 mm încă 300 spire (priza de 220 V). Circuitul secundar de tensiune înaltă are 2 × 1 400 spire cu sîrmă de 0,15 mm, iar înfăşurarea de filament are 52 spire cu sîrmă de 0,9 mm.

Aşezarea înfăşurărilor se face în următoarea ordine, începînd de la miezul transformatorului: *I*, *II*, *III*.

R e g l a r e a. După ce ne-am asigurat că schema a fost executată corect, introducem cordonul de alimentare la rețea, tuburile fiind scoase din socluri. Cu ajutorul unui voltmetru se măsoară pe transformatorul de rețea tensiunea de filament care (în ipoteza că tensiunea de rețea este corectă şi instrumentul bun) trebuie să fie ceva mai mare de 6,3 V (circa 7 V) şi tensiunea înaltă care trebuie să fie de aproximativ 2 × 180 V. După aceea se introduce tubul redresor (EZ80) şi se măsoară tensiunea continuă, pe condensatorul C_7, care trebuie să fie ceva mai mare de 200 V. Se introduce şi tubul ECL82 şi se măsoară tensiunile continue, care trebuie să aibă valori apropiate de cele notate în schemă. Reglarea în ceea ce priveşte regimul dinamic se face cu ajutorul condensatorului C_5, a cărui capacitate se variază în anumite limite pînă se obține o funcționare stabilă.

II. Amplificatoare cu mai multe tuburi electronice

În cele ce urmează se vor analiza cîteva amplificatoare ceva mai complexe decît cele prezentate anterior. Aceste amplificatoare pot fi construite totuşi chiar de radioamatorii cu o practică relativ mică.

Toate schemele se referă la amplificatoare cu alimentare proprie, deci care pot fi folosite independent de aparatul de radiorecepţie. Ca sursă de semnal se poate utiliza fie un picup, fie tensiunea de audiofrecvenţă luată de la detectorul unui radioreceptor (care eventual poate fi construit tot de radioamatori).

Amplificatoarele ce se vor prezenta realizează reglajul tonului cu ajutorul unor circuite de reacţie relativ simple.

Vor fi descrise cinci montaje de amplificatoare de acest gen.

Montajul I. Primul amplificator este destinat reproducerii înregistrărilor pe discuri cu ajutorul unor doze de picup. El este construit după o schemă obişnuită de amplificator de joasă frecvenţă cu două etaje, cu tuburile 6Ж7 şi 6П6С. Alimentarea se face de la reţeaua de curent alternativ prin intermediul redresorului realizat cu dioda 5Ц4С. Deoarece discul de gramofon are un zgomot supărător la frecvenţe înalte, care se accentuează pe măsură ce discul se uzează sau cînd nu este şters de praf, se foloseşte de multe ori un filtru special pentru micşorarea acestui zgomot. La acest amplificator, neajunsul arătat poate fi înlăturat cu ajutorul unui circuit rezonant serie *LC*, acordat pe frecvenţa de 6 000 Hz.

Puterea de ieşire a amplificatorului este de 3 W.

S c h e m a. Schema de principiu a amplificatorului este dată în fig. 7. Tensiunea de frecvenţă acustică de la doza de picup se aplică pe potenţiometrul R_1, care se utilizează pentru reglarea volumului. O parte sau toată tensiunea de pe potenţiometru se aplică pe grila de comandă a primului

tub amplificator T_1. Rezistenţa R_2 serveşte drept sursă de negativare automată a tubului, iar condensatorul C_1 decuplează catodul la masă. Rezistenţa R_4 asigură pozitivarea ecranului, iar condensatorul C_2 îl decuplează la masă.

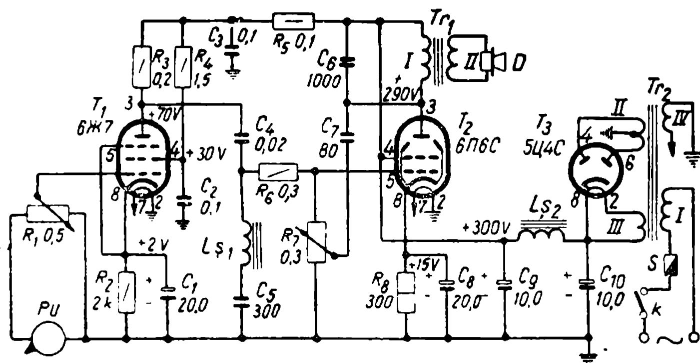


Fig. 7. Schema de principiu a unui amplificator pentru electrofon.

Tensiunea de frecvenţă acustică amplificată de tubul T_1 se transmite de pe rezistenţa de sarcină R_3 prin condensatorul de separare C_4 în circuitul grilei de comandă al celui de al doilea tub amplificator T_2. Bobina de şoc Ls_1 şi condensatorul C_5 formează filtrul cu ajutorul căruia se atenuiază foarte mult frecvenţele mai mari de 5 000 Hz. În acest fel, fîşîitul supărător care însoţeşte de obicei reproducerea discurilor de gramofon este mult atenuat. Rezistenţele R_6 şi R_7 constituie un divizor de pe care se aplică pe grila de comandă a tubului final, tensiunea normală de frecvenţă acustică din anodul tubului 6Ж7 redusă la jumătate (atenuare de 6 dB).

În etajul de ieşire al amplificatorului se află un circuit de reacţie negativă. În acest scop, o parte din tensiunea de joasă frecvenţă amplificată de tubul final se aplică pe grila sa de comandă prin condensatorul C_7. Deoarece grila şi anodul lucrează în antifază, reacţia este negativă micşorînd amplificarea şi factorul de distorsiuni.

Capacitatea condensatorului C_7 fiind mică, prin el trec în primul rînd frecvenţele acustice înalte, deci în acest domeniu va fi o reacţie mai puternică. Caracteristica de

amplificare va fi căzătoare spre frecvențele înalte. Rezistența variabilă R_7 (reglajul de ton) permite variația mărimii reacției la aceste frecvențe. Cînd cursorul potențiometrului R_7 se află în poziția de jos (la masă), nu se aplică nici o reacție pe grila etajului final și deci caracteristica de frecvență a amplificatorului este uniformă.

Cînd cursorul potențiometrului se află în cealaltă poziție extremă (sus), reacția este maximă și deci caracteristica de frecvență prezintă o alură căzătoare spre frecvențele înalte. În acest fel se realizează reglajul de ton. Rezistența R_6 face ca la frecvența de rezonanță a circuitului $Lș_1C_5$, grila tubului final să nu fie scurtcircuitată, căci în acest caz reacția nu s-ar mai produce și deci reglajul de ton nu ar funcționa corect.

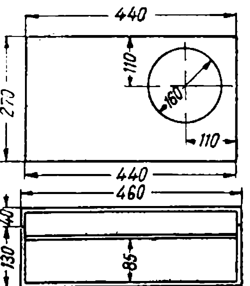
Grupul R_8C_8 are rolul negativării automate a grilei de comandă a tubului final.

Pentru alimentarea circuitelor anodice ale amplificatorului se folosește redresorul realizat cu tubul 5Ц4C, care redresează ambele alternanțe. Filtrul este format din bobina de șoc $Lș_2$ și condensatoarele C_9 și C_{10}.

Rezistența R_5 și condensatorul C_3 formează grupul de separare dintre anozii circuitelor tuburilor de amplificare. În lipsa acestui grup RC, este posibilă apariția unor oscilații de foarte joasă frecvență (cîțiva herți), datorită cuplajului celor două tuburi, prin rezistența internă comună a sursei de alimentare.

C o n s t r u c ț i a   ș i   p i e s e l e. Amplificatorul împreună cu picupul și difuzorul pot fi montate împreună într-o cutie de lemn relativ mică, executată după desenul din fig. 8. Aspectul general al acestei instalații este dat în fig. 9. Toate piesele sînt așezate pe panoul orizontal. Motorul și difuzorul trebuie prinse pe șaibe moi de cauciuc (sau mai bine vinipor care este foarte elastic). Tuburile sînt așezate în poziție orizontală. Reglajele de volum și de ton sînt montate în apropiere de baza dozei. Așezarea pieselor pe panou este dată în fig. 10.

În construcția dată s-a folosit doza piezoelectrică de tipul АПР și motorul asincron de tipul АПМ-2. Bineînțeles că se poate utiliza și un alt tip de picup, ca de exemplu „Supraphon" H21, MD51 sau MD1. În acest caz, dimensiunile cutiei se modifică corespunzător.



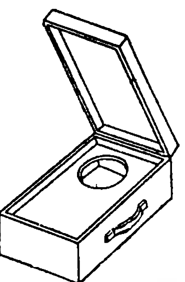


Fig. 8

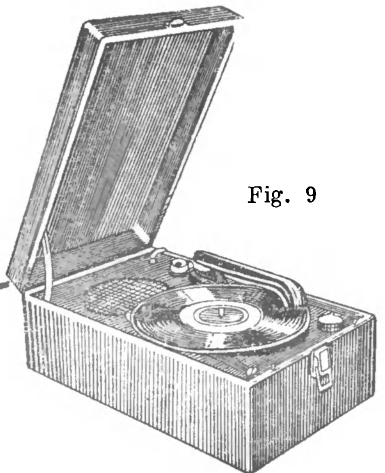


Fig. 9

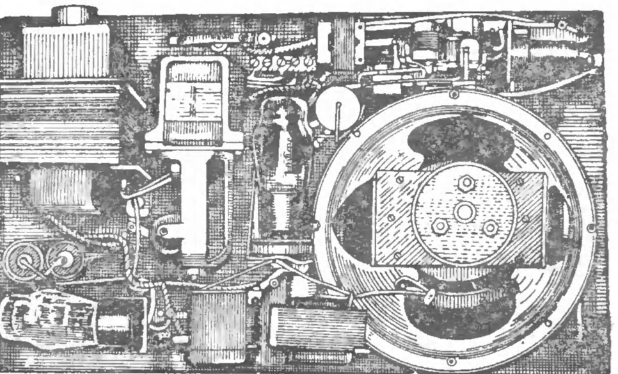


Fig. 10

Fig. 8. Schița cutiei electrofonului.

Fig. 9. Aspectul exterior al electrofonului, gata montat.

Fig. 10. Așezarea pieselor pe panoul electrofonului.

În cazul în care se utilizează o doză electromagnetică care are o sensibilitate mai mică, trebuie micșorată rezistența R_6 și mărită capacitatea condensatorului C_6 pînă la 3 000—5 000 pF.

Pentru amplificator poate fi folosit orice difuzor electrodinamic de putere medie (1,5—3 W), de exemplu de tipurile 1 ГДМ-1,5, 2 ГДАМ-3, sau difuzoarele de producție indigenă de 2,5 W cu diametrul de 146 mm sau 186 mm. Transformatorul de ieșire poate fi realizat pe tole E10 cu grosimea pachetului de 25 mm. Înfășurarea *I* trebuie să aibă 3 000 spire cu sîrmă de cupru emailată de 0,15—0,18 mm, iar înfășurarea *II*, în funcție de impedanța bobinei mobile a difuzorului utilizat, trebuie să aibă numărul de spire dat în tabela 2.

Tabela 2

Impedanța difuzorului	Ω	3	4	6	10	12	15
Numărul de spire	—	87	100	112	156	171	191
Diametrul sîrmei	mm	0,7—0,8	0,6—0,8	0,5—0,6	0,4—0,5	0,35-0,40	0,3—0,35

Bobina de șoc $Lș_1$ conține 1 500 spire cu conductor de cupru emailat de 0,15 mm, bobinat pe miez cu tole E6,4 cu grosimea pachetului de 12 mm.

Se poate utiliza și oricare altă bobină de șoc mică, cu înfășurarea de 1 000—2 000 spire (inductanța de 2—4 H), însă în acest caz capacitatea condensatorului C_5 trebuie aleasă experimental (între 100 și 1000 pF) după zgomotul minim al discului.

Transformatorul de alimentare Tr_2 poate fi luat gata executat de la orice radioreceptor de clasă inferioară sau medie care absoarbe o putere de 50—70 W. El poate fi de asemenea realizat pe tole E14 cu o secțiune de 10 cm². Înfășurarea *I* are 440 spire cu conductor de 0,5—0,55 mm pentru rețeaua de 110 V, sau 880 spire cu 0,33—0,35. mm pentru rețeaua de 220 V. Înfășurarea *II* are 2 × 1 400 spire cu conductor de cupru emailat de 0,15—0,18 mm, înfășurarea *III* are 21 spire de 1—1,1 mm, iar înfășurarea *IV* are 26 spire cu sîrma de 0,8—0,9 mm.

Bobina de şoc $L\c{s}_2$ trebuie să aibă inductanţa de 10—20 H şi rezistenţa în curent continuu sub 1 000 Ω; ea poate fi realizată pe tole E10, cu o secţiune de 3—5 cm², cu întrefier de 0,1—0,3 mm şi cu înfăşurarea de 3 000—5 000 spire cu conductor de 0,15—0,18 mm. În locul acesteia poate fi conectată înfăşurarea de excitaţie a unui difuzor.

Reglarea. După controlul corespondenţei tuturor circuitelor cu schema, se conectează amplificatorul la reţea şi se controlează regimul său de alimentare, măsurînd în acest scop tensiunea între electrozii tuburilor şi masa generală. Aceste tensiuni nu trebuie să difere mult de cele indicate în schemă. Se conectează apoi picupul şi punînd doza pe şanţul de la capătul plăcii, se modifică valoarea capacităţii condensatorului C_5 pînă se obţine zgomotul minim. În acest timp, cursorul regulatorului de ton R_7 trebuie să fie în poziţia inferioară (la masă), pentru a nu tăia frecvenţele înalte (respectiv fîşîitul discului).

Reproducînd apoi discul, trebuie obţinută o sonoritate cît mai bună. E posibil ca pentru aceasta să fie nevoie de modificarea valorii rezistenţei R_6 şi a condensatorului C_6.

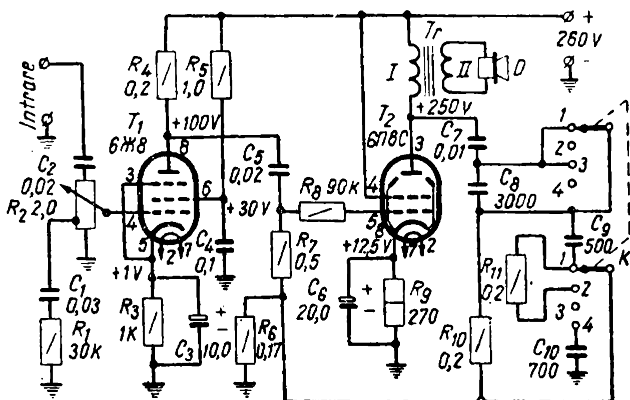
Montajul II. Un alt amplificator care poate folosi ca sursă de semnal tensiunea de la detectorul unui radioreceptor sau tensiunea dată de doza unui picup este descris mai jos.

Banda sa de trecere este cuprinsă între limitele de 80 şi 6 000 Hz, cu o neuniformitate de ± 1 dB. Puterea de ieşire nominală debitată, cu un coeficient de distorsiune de maximum 2,5%, este de 2,5 W. Tensiunea de intrare necesară obţinerii puterii nominale a amplificatorului este de 170 mV.

Acest amplificator conţine două etaje de amplificare, cu tuburile 6Ж8 şi 6П6С, este prevăzut cu potenţiometre pentru reglarea volumului şi tonului şi poate fi alimentat de la reţeaua de curent alternativ printr-un redresor obişnuit.

Schema şi piesele. Primul etaj al amplificatorului este executat după schema obişnuită a unui amplificator *RC* (fig. 11). La intrarea amplificatorului există un potenţiometru cu priză cu ajutorul căruia se poate realiza aşa-numita „reglare de volum compensat".

Din acustica fiziologică se știe că sensibilitatea urechii și deci senzația auditivă este mai slabă pentru frecvențe înalte și pentru frecvențe joase (mai ales pentru cele joase), decît pentru frecvențele medii. Aceasta arată că omul aude



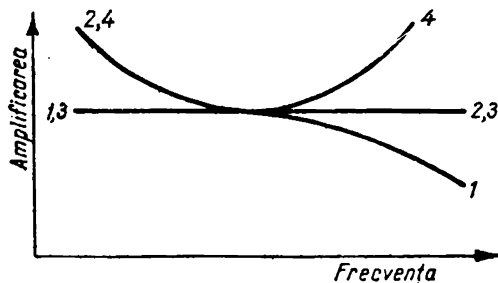


Fig. 11. Schema de principiu a unui amplificator cu două tuburi de joasă frecvență pentru receptor de radiodifuziune; variația amplificării pentru diferitele poziții ale reglajului de ton.

mai bine sunetele aflate la mijlocul domeniului audibil decît pe cele aflate la extremități, chiar dacă aceste sunete au aceeași intensitate sonoră. Această diferență de senzație este cu atît mai pronunțată cu cît nivelul la care se face audiția este mai scăzut. Acest fenomen se traduce prin aceea că atunci cînd, dintr-un motiv oarecare, se reduce volumul unei audiții, frecvențele joase nu se mai aud din cauza proastei sensibilități a urechii. Pentru aceasta este nevoie să se facă

o compensare, pe măsură ce cursorul potențiometrului de volum se apropie de masă. Această compensare se realizează cu ajutorul circuitului R_1C_1 care determină ridicarea frecvențelor joase, datorită cărui fapt se asigură un sunet nedistorsionat pentru orice poziție a cursorului regulatorului de volum. (De fapt cu ajutorul circuitului R_1C_1 se realizează o scădere a frecvențelor medii și superioare, ceea ce înseamnă că apare o creștere relativă a frecvențelor joase).

În cel de al doilea etaj, se utilizează un circuit de reacție negativă, între anodul și grila tubului final. Circuitul de reacție care este realizat cu mai multe rezistențe și condensatoare înglobează și comutatorul K, cu ajutorul căruia se obține o reglare a tonului în trepte. Pentru poziția *1* a comutatorului, în circuitul de reacție negativă, există grupul format din rezistența R_{10} în paralel cu condensatorul C_9, ceea ce face ca pe frecvențele înalte reacția să fie mai puternică (frecvențele înalte trec prin condensatorul C_9 care șuntează rezistența). Se obține astfel o atenuare a frecvențelor înalte și deci o caracteristică de frecvență căzătoare în acest domeniu.

În poziția *2*, în serie cu condensatorul C_9 se conectează și rezistența R_{11}, ceea ce face ca dela frecvența de circa 1 500 Hz, reacția să nu mai crească (cu toate că reactanța condensatorului C_9 scade, el nu mai poate șunta rezistența R_{10}). De asemenea, deoarece în serie cu circuitul se introduce și condensatorul C_8, reacția pe frecvențe joase devine mai mică, deci în acest domeniu se obține o caracteristică crescătoare.

În poziția *3* se deconectează toate piesele circuitului de reacție negativă depinzînd de frecvență (condensatoarele) și amplificarea devine uniformă în toată banda de trecere.

În poziția 4, datorită introducerii în circuit a condensatoarelor C_8 și C_{10}, care fac ca reacția să scadă la frecvențe joase, respectiv la cele înalte, se obține o ridicare a acestor frecvențe.

Toate schimbările caracteristicilor de frecvență ale amplificatorului se realizează prin scăderea sau mărirea amplificării, datorită reacției negative variabilă cu frecvența.

Transformatorul de ieșire *Tr* este calculat pentru a lucra cu un difuzor de 3—4 Ω. El este executat pe tole E10, cu grosimea pachetului de 40 mm. Înfășurarea *I* are 2 900 spire

cu conductor de 0,15 mm, iar înfășurarea *II* are 82 spire cu conductor de 0,8 mm.

Alimentarea se poate face de la un redresor similar cu cel din fig. 7. Deoarece tensiunea necesară este de numai 260 V, față de 300 V cît dă redresorul respectiv, este necesar ca să se aducă cîteva modificări fie transformatorului de rețea Tr_2 (să se micșoreze numărul de spire din secundarul de înaltă tensiune), fie să se înlocuiască bobina de filtraj $Lș_2$ cu o rezistență de circa 2 k Ω (5 W). Această ultimă soluție pare a fi mai rațională, prin faptul că elimină o bobină de șoc care este o piesă grea și scumpă.

Montajul III. Un alt amplificator cu două tuburi, destinat reproducerii înregistrărilor pe discuri și amplificării transmisiilor radio recepționate cu ajutorul unor circuite cu tuburi electronice sau cu detector cu galenă, conține două etaje de amplificare cu tuburile 6Ж7 și 30П1C. Pentru alimentare se folosește tubul redresor 30Ц1M; se observă că în acest caz nu este nevoie de transformator de rețea și bobină de șoc de filtraj, ceea ce simplifică realizarea montajului.

În schema prezentată se utilizează o buclă de reacție negativă, ceea ce face ca distorsiunile să se micșoreze și deci să mărească calitatea de redare a amplificatorului. Reglarea volumului și a timbrului, combinate pe grila primului tub, fac ca performanțele amplificatorului să fie bune. Remarcăm totuși puterea mică a etajului final, care pentru o tensiune anodică de 100—110 V este de aproape 1 W.

S c h e m a. Ca etaj preamplificator funcționează tubul T_1, ca etaj final tubul T_2, iar ca redresor tubul T_3 (fig. 12). Filamentele acestor tuburi sînt unite în serie și conectate prin rezistența R_{12} și stabilizatorul de curent T_4 direct la rețeaua de curent alternativ sau continuu.

Tensiunea de frecvență acustică, de la doza de picup sau de la altă sursă, se aplică la intrarea amplificatorului și trece pe divizorul format din potențiometrul R_2 de mare rezistență și rezistența R_3 cu o valoare foarte mică. De pe potențiometrul R_2, care servește drept regulator de volum, o parte mai mare sau mai mică din tensiunea de atac trece în circuitul de grilă al primului tub amplificator, este amplificată și se transmite prin condensatorul C_5 și

rezistența R_8 în circuitul grilei de comandă a celui de al doilea tub amplificator T_2. Condensatorul C_5 oprește trecerea curentului continuu din anodul tubului T_1 la grila tubului T_2, iar rezistența R_8 asigură o funcționare stabilă a amplificatorului. Lipsa acestei rezistențe poate duce la apariția

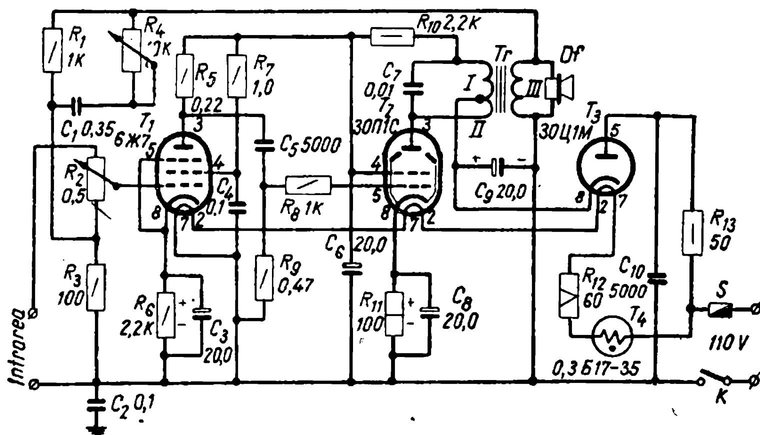


Fig. 12. Schema unui amplificator de joasă frecvență cu două tuburi, cu alimentare universală.

unor oscilații de frecvență foarte înalte (unde centimetrice), greu de pus în evidență cu aparatura obișnuită și care perturbă funcționarea corectă a amplificatorului. De aceea, majoritatea tuburilor finale (și mai ales cele cu pantă mare) sînt prevăzute cu această rezistență de amortizare.

Tensiunea de frecvență acustică, amplificată de tubul T_2, trece prin transformatorul de ieșire *Tr* la difuzorul *Df*.

Rezistența R_5 servește drept sarcină anodică a primului tub amplificator, rezistența R_7 micșorează pînă la o valoare corectă tensiunea continuă pe grila ecran a acestui tub, iar rezistențele R_6 și R_{11} servesc pentru negativarea automată a grilelor de comandă a celor două tuburi amplificatoare. Condensatoarele C_3 și C_8 decuplează catozii la masă.

De la ieșirea amplificatorului (de pe înfășurarea *III* a transformatorului *Tr*), prin rețeaua formată de rezistențele R_1, R_4 și condensatorul C_1, tensiunea de reacție negativă se aplică la intrare, ceea ce mărește stabilitatea de funcțio-

nare a amplificatorului și micșorează distorsiunile de amplitudine și de frecvență.

Rezistența variabilă R_4 din circuitul de reacție negativă reglează timbrul amplificatorului. Cînd cursorul potențiometrului este sus, condensatorul C_1 scurtcircuitează la frecvențe înalte rezistența R_1 și tensiunea de reacție ajunge integral pe rezistența R_3. Frecvențele înalte sînt mult atenuate. În poziția de jos, rezistența R_4 este introdusă în circuit și reacția nu mai variază cu frecvența.

Alimentarea circuitelor anodice ale amplificatorului se face cu ajutorul diodei T_3, care redresează o singură alternanță. Tensiunea alternativă sau continuă se aplică prin rezistența R_{13} pe dioda care o redresează (tensiunea alternativă) sau lasă să treacă această tensiune (tensiunea continuă). Tensiunea redresată sau trecută prin diodă este filtrată cu ajutorul înfășurării de compensare I a transformatorului de ieșire Tr, rezistența R_{10} și condensatoarele C_6 și C_9.

C o n s t r u c ț i a ș i p i e s e l e. Amplificatorul poate fi executat pe un șasiu din tablă de aluminiu sau oțel moale, după cum este arătat în fig. 13. Pe panoul

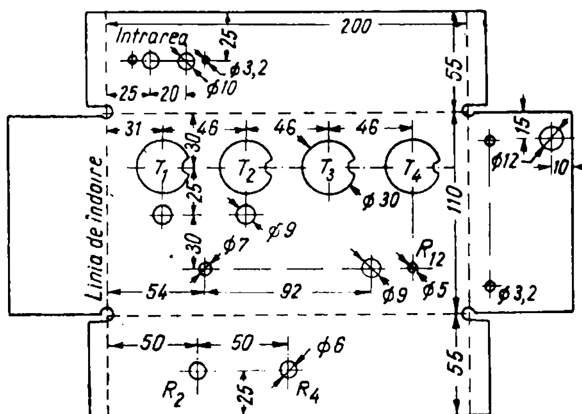


Fig. 13. Schița șasiului amplificatorului din fig. 12.

superior al șasiului sînt prinse soclurile, condensatoarele electrolitice C_6 și C_9, precum și rezistența suplimentară

R_{12}. Restul de piese sînt așezate în interiorul șasiului. Aşezarea pieselor și a conexiunilor de legătură este indicată în fig. 14. Montajul se face cu sîrmă de conexiune. Toate piesele și legăturile trebuie să fie bine izolate față de șasiu.

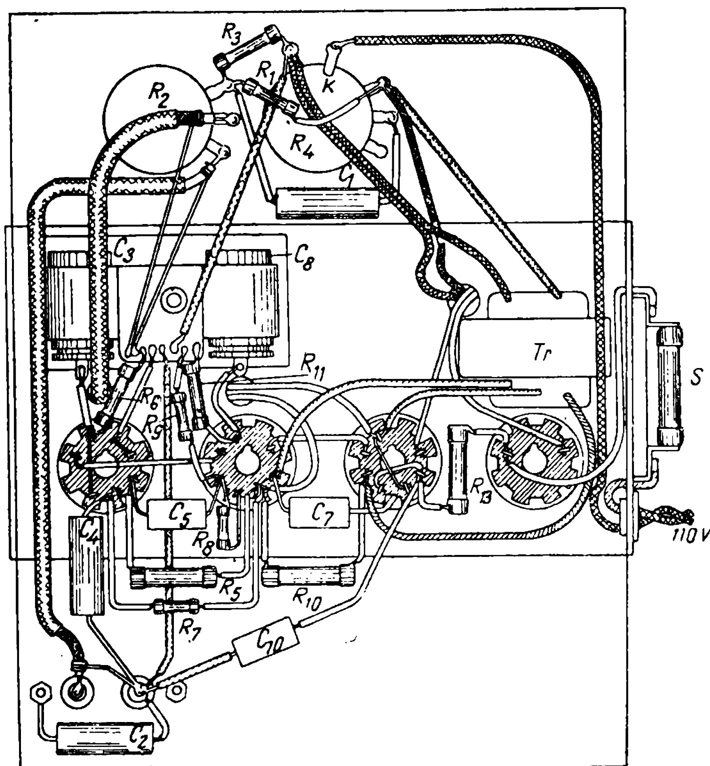


Fig. 14. Aşezarea pieselor și montajul amplificatorului din fig. 12.

Regulatorul de volum R_2 și, în general, circuitele de intrare se execută îngrijit, cît mai ecranate cu putință și cu cablu blindat. Cablul blindat și legăturile la masă nu trebuie să atingă șasiul, deoarece acesta este un amplificator cu alimentare universală. Deci, blindajul se izolează și se leagă de șasiu prin condensatorul C_2.

Şasiul amplificatorului montat se aşază într-o cutie de lemn împreună cu difuzorul. Pentru a obţine o audiţie normală şi pentru a asigura răcirea necesară a pieselor încălzite, nu trebuie utilizate cutii de dimensiuni prea mici.

Rezistenţa R_{10} trebuie calculată pentru o putere de disipaţie de aproximativ 0,5 W, rezistenţa R_{11} pentru 1 W, rezistenţa R_{12} (bobinată) pentru 5 W, iar toate celelalte pentru 0,25 W. Regulatorul de timbru R_4 este un potenţiometru avînd întrerupătorul reţelei pe axa lui.

Condensatoarele electrolitice C_3 şi C_8 trebuie să fie calculate pentru tensiunea de lucru de 20—30 V, iar C_6 şi C_9 pentru 150—300 V. Capacitatea condensatorului C_7 (10 000—20 000 pF) se alege la reglarea amplificatorului.

Transformatorul de ieşire *Tr* se realizează cu miez din tole E8, cu grosimea pachetului de 16 mm, cu întrefier de 0,1 mm. Înfăşurarea *I* constă din 250 spire cu conductor de 0,13 mm, iar înfăşurarea *II* (care merge spre anod) din 2 250 spire cu aceeaşi sîrmă. Înfăşurarea *III* are 100 spire cu sîrmă de 0,6 mm şi funcţionează corect pe o sarcină de 3 Ω. La bobinarea transformatorului, după fiecare 200—250 spire se pune un strat de hîrtie subţire parafinată. Înfăşurarea *III* se izolează de celelalte înfăşurări prin două straturi de pînză uleiată sau hîrtie groasă parafinată. Se recomandă ca bobinajul pe carcasă să fie impregnat cu parafină.

Dioda T_3 poate fi înlocuită cu un redresor cu seleniu, compus din 10—12 celule cu diametrul de 35 mm. În acest caz, este necesar să se mărească valoarea rezistenţei R_{12} pînă la 280 Ω, sau eliminînd din schemă această rezistenţă, să se pună în locul stabilizatorului de curent 0,3Б17-35 un stabilizator de tipul 0,3Б65-135. Se poate renunţa de asemenea la stabilizatorul de curent, crescînd rezistenţa R_{12} pînă la 180 Ω.

R e g l a r e a. Amplificatorul realizat se conectează la reţea şi se verifică funcţionarea cu doza de picup sau cu semnalul luat de la detecţia unui receptor. La alimentarea amplificatorului de la reţeaua de 220 V trebuie conectată în serie cu siguranţa *S* o rezistenţă suplimentară de 240—260 Ω, calculată pentru un curent de 350 mA. În cazul alimentării amplificatorului de la o reţea de curent continuu, conductorul de la polul negativ trebuie să fie

unit cu borna legată prin comutatorul *K* la masa generală a amplificatorului. În caz contrar, amplificatorul nu este alimentat cu tensiune continuă și deci nu funcționează.

Dacă la amplificatorul în funcțiune iau naștere oscilații, capetele înfășurării *III* trebuie schimbate între ele.

Doza de picup se conectează la intrarea amplificatorului prin conductoare blindate. Învelișul de ecranare se prinde la borna masei generale. La reproducerea discurilor, capacitatea condensatorului C_7 trebuie aleasă experimental, astfel încît să se obțină o sonoritate cît mai naturală.

În cazul funcționării amplificatorului cu un receptor cu galenă, bornele de cască ale acestuia se conectează cu legături scurte la bornele de intrare ale amplificatorului. În acest caz, pentru a evita punerea la pămînt a rețelei, trebuie separat conductorul de masă de receptorul cu detector. Între bornele de cască ale receptorului trebuie conectată o rezistență de ordinul a 10—30 k Ω (valoarea ei se alege experimental după cea mai bună audiție).

Dacă la conectarea receptorului cu galenă ia naștere în difuzor un zgomot puternic, atunci trebuie schimbate între ele conductoarele care leagă receptorul cu bornele de intrare ale amplificatorului.

Montajul IV. Acest montaj reprezintă un amplificator realizat cu tuburi electronice europene. El este utilizat în special pentru redarea discurilor, avînd posibilitatea să ridice frecvențele joase și să taie frecvențele înalte și deci să corecteze caracteristica de înregistrare a discului. Amplificatorul are o putere de 3 W cu distorsiuni de neliniaritate de 1%.

Banda de frecvențe transmise este cuprinsă între 20 Hz și 40 KHz, cu o neuniformitate de maximum 1dB. Sensibilitatea pentru puterea de ieșire de 3 W este de 100 mV. Nivelul de zgomot este de 70 dB sub puterea nominală.

Aceste performanțe excelente, îmbinate cu simplitatea de execuție, fac ca realizarea acestui montaj să intereseze mult pe radioamatori. Schema de principiu a montajului a fost adoptată, cu anumite modificări, la realizarea amplificatorului de joasă frecvență a dulapului muzical „Verdi", executat de Uzinele Electronica.

$R_x = \varphi(Z_d)$ Ohmi	
62	15
90	7
100	6,3
120	4
150	3
170	2

Fig. 15. Schema unui amplificator de calitate realizat cu două tuburi europene.

S c h e m a ş i p i e s e l e. Amplificatorul lucrează cu tuburile EF86 şi EL84 (fig. 15). Primul tub are o foarte mare rezistenţă anodică şi din această cauză amplifică de 2—3 ori mai mult decît un montaj obişnuit. De asemenea, deoarece tensiunea anodică este foarte scăzută, este posibil un cuplaj anod EF86-grilă EL84, direct, fără condensator de blocare. Bineînţeles că pentru a se păstra corectă negativarea tubului final, se măreşte rezistenţa R_{11} din catodul acestui ultim tub. Alimentarea ecranului tubului EF86 se face în mod original de la catodul tubului EL84. Acestea sînt principalele particularităţi ale schemei.

Funcţionarea amplificatorului este în rest normală. Astfel, tensiunea de audiofrecvenţă aplicată pe potenţiometrul de volum R_1 se transmite regulatorului de frecvenţe înalte format din grupul R_2C_1. Cînd cursorul se află în poziţia extremă superioară, frecvenţele înalte se transmit in-

tegral grilei tubului EF86. Cînd cursorul se află în poziția extremă inferioară, frecvențele înalte sînt scurt circuitate la masă prin condensatorul C_1, iar frecvențele joase (deoarece C_1 este relativ mic) trec spre grilă. Variația caracteristicilor

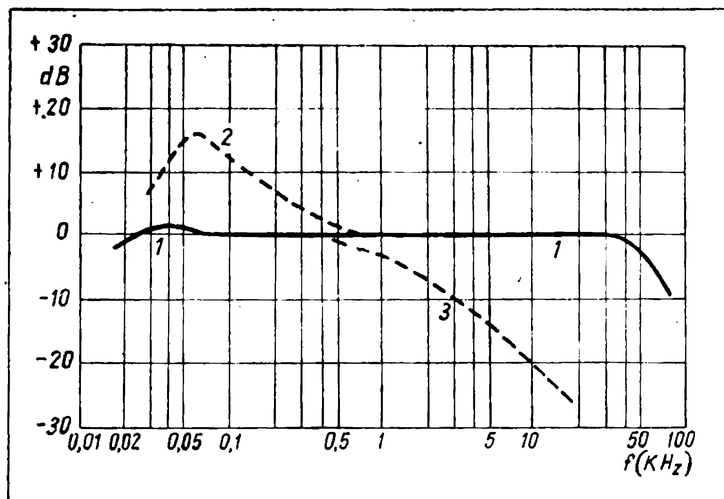


Fig. 16. Influența reglajelor de tonalitate asupra curbei de răspuns a amplificatorului din fig. 15.

Curba *1* — $R_2 max.$, $R_9 max$; Curba *2* — $R_9 min.$; Curba *3* — $R_2 min.$

de frecvență ale amplificatorului în cele două poziții se poate vedea în fig. 16.

Negativarea tubului EF86 se face prin curentul de grilă de ordinul microamperilor care trece prin rezistența R_3 de valoare mare. Condensatorul C_2 are rolul de blocare a grilei, din punct de vedere al curentului continuu, față de circuitul exterior. Negativarea suplimentară care se produce pe rezistența R_x este neglijabilă în comparație cu cea prin rezistența R_3, din cauza curentului mic din catod. Rolul principal al rezistenței R_x este de a permite aplicarea reacției negative pe catodul primului tub.

Tensiunea de semnal, amplificată pe primul tub de circa 250 ori, trece la grila etajului final, prin intermediul

rezistenţei R_7, al cărei singur rol este de a nu permite tubului EL84 să oscileze pe frecvenţe ultraînalte.

Prin intermediul rezistenţei R_5 se alimentează ecranul primului tub. Alimentarea anodului acestui tub se face prin grupul $R_{10}C_4$, care decuplează sursa continuă.

Rezistenţa R_{12} din circuitul grilei ecran a tubului final are un rol similar cu rezistenţa R_7. Ea preîntîmpină eventualele oscilaţii care ar putea lua naştere din cauza inductanţei de scăpări şi a capacităţilor parazite ale transformatorului.

O parte din tensiunea indusă din primarul transformatorului de ieşire în secundarul acestuia se foloseşte ca tensiune de contrareacţie. Reţeaua de contrareacţie se compune din elemente fixe (R_8, C_5 şi C_6) şi elemente variabile (R_9), cu ajutorul cărora se poate modifica gradul de contrareacţie pe anumite frecvenţe şi deci se pot obţine caracteristici de frecvenţă dorite. Astfel, în poziţia extremă din stînga, cînd condensatorul C_6 este şuntat, reacţia nu depinde de frecvenţă, deoarece se transmite prin rezistenţa R_8 (condensatorul C_4 de 390 pF nu intervine decît peste 60 kHz cînd măreşte contrareacţia şi scade amplificarea totală; în lipsa acestuia din cauza scăpărilor transformatorului, se pot produce oscilaţii pe frecvenţe foarte înalte). Amplificarea este constantă cu frecvenţa.

În poziţia extremă din dreapta a potenţiometrului R_9, reacţia scade din cauză că în circuit intervine o rezistenţă suplimentară. Această scădere se produce numai la frecvenţe joase; la frecvenţe medii şi înalte, condensatorul C_6 lasă să treacă tensiunea de contrareacţie. Aceasta duce la o alură crescătoare a caracteristicii de frecvenţă în regiunea frecvenţelor joase.

Datorită cuplajului direct dintre anodul tubului EF86 şi grila tubului EL84 şi a altor elemente din montaj, defazajele care se obţin sînt mici şi fac posibilă realizarea unui mare grad de contrareacţie fără pericol de oscilaţie. Aceasta conduce la distorsiuni mici şi la o reglare eficace a tonului. Astfel, la 60 Hz, amplificarea poate fi mărită de circa 6 ori (16 dB) faţă de 1 000 Hz, iar la 10 kHz ea poate fi micşorată de 10 ori (20 dB) faţă de aceeaşi referinţă.

Variaţia distorsiunilor cu puterea de ieşire se poate vedea în fig. 17. Se observă că la o putere de peste 3 W, distorsiunile cresc brusc.

Transformatorul de ieşire se poate realiza pe tole E 12,5. Numărul de spire din înfăşurarea primară şi secundară, diametrul sîrmei, modul de aşezare a înfăşurărilor şi legarea firelor se pot vedea din fig. 18.

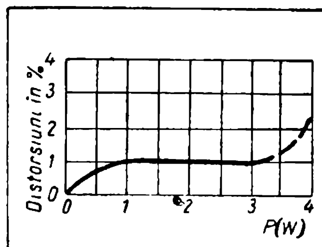


Fig. 17. Variaţia distorsiunilor funcţie de puterea de ieşire.

Alimentarea amplificatorului se face de la reţeaua de curent alternativ la tensiunile de 120, 127 şi 220 V. Redresorul cu dublă alternanţă se realizează cu ajutorul tubului EZ80. Este de remarcat faptul că filtrajul nu se face cu bobina de şoc, ci cu ajutorul unei rezistenţe; în acest fel se elimină piesele grele şi scumpe.

Transformatorul de reţea are circa 30 W şi se execută pe tole E12,5 cu o grosime a pachetului de 28 mm. Înfă-

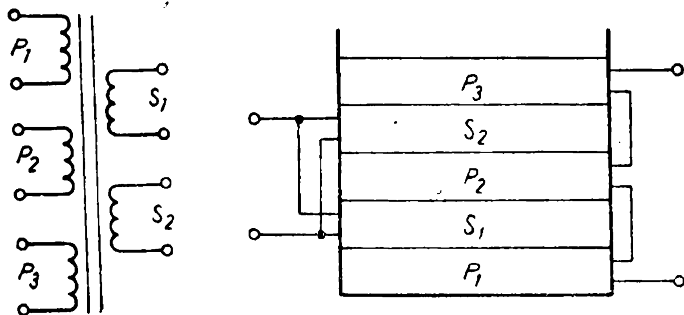


Fig. 18. Transformatorul de ieşire al amplificatorului cu două tuburi realizat pe tole E 12,5 cu grosimea pachetului de 25 mm.

şurarea *I* are 627 spire bobinate cu sîrmă de 0,35 mm; înfăşurarea *II* are 57 spire cu aceeaşi sîrmă. În continuare şi în acelaşi sens se bobinează înfăşurarea *III* cu 570 spire cu sîrmă de 0,25 mm. Înfăşurarea *IV* are 2 × 1 900 spire

de 0,12 mm diametru, iar înfăşurarea *V* are 40 spire bobinate cu sîrmă de 0,8 mm.

Piesele se pot monta pe un șasiu de tablă, așa cum se vede în fig. 19.

R e g l a r e a. După ce se controlează exactitatea montajului, se verifică tensiunile date de grupul de alimentare

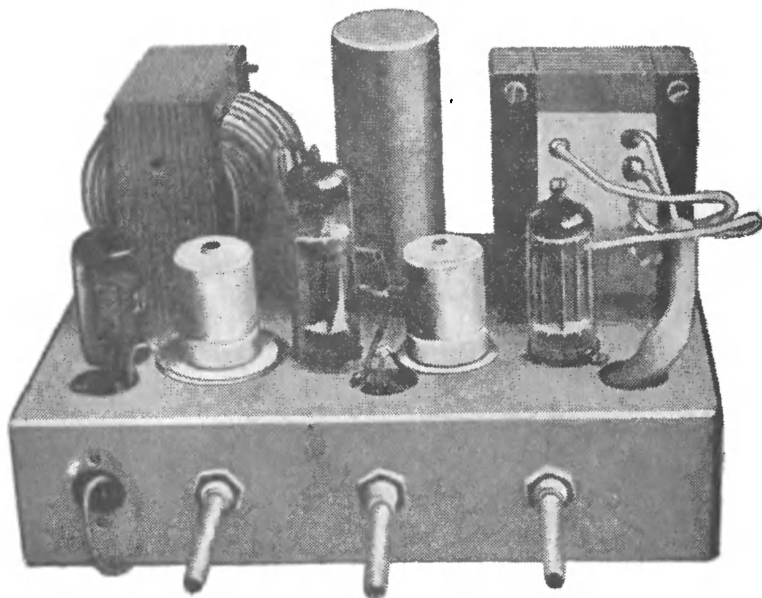


Fig. 19. Aşezarea pieselor şi montajul amplificatorului

(transformator și redresor). După aceea se introduc şi tuburile EL84 și EF86 în socluri și se măsoară tensiunile continue. În acest moment, circuitul de contrareacție trebuie deconectat. Se poate întîmpla ca tensiunea măsurată pe anodul tubului EF86 să fie mai mică decît cea indicată pe schemă, din cauza rezistenței finite a instrumentului de măsură. Se atrage atenția că niciunul din cele două tuburi nu poate funcționa corect decît în prezența celuilalt, din cauza particularităților schemei. După aceste verificări, se introduce circuitul de contrareacție. Dacă amplificatorul oscilează puternic, se schimbă între ele capetele secundarului

transformatorului de ieşire. Este de remarcat că rezistenţa R_x depinde de impedanţa difuzorului. După ce se constată că amplificatorul funcţionează fără să oscileze, se aplică un semnal la bornele de intrare şi se încearcă eficacitatea reglajelor de ton.

Acest amplificator este recomandat, deoarece el este uşor de realizat şi va da satisfacţie chiar radioamatorilor pretenţioşi. Audiţia discurilor este realizată cu o mare perfecţiune. Bineînţeles că este necesar ca şi celelalte elemente ale lanţului de redare (picup, sistem acustic) să fie puse la punct, deoarece este ştiut că în final, calitatea unei audiţii este dată de elementul cel mai slab din întreg lanţul de redare.

Montajul V. În cazul în care se dispune de o doză electromagnetică care dă o tensiune relativ mai mică decît o doză cu cristal, este necesar ca amplificatorul să fie mai sensibil. În cele ce urmează va fi descrisă o schemă care se poate folosi în acest caz. Amplificatorul are trei etaje de amplificare de joasă frecvenţă cu tuburile 6Ж8, 6C2C şi 6П3С, alimentate de la reţeaua de curent alternativ, prin intermediul tubului redresor 5Ц4С.

Amplificatorul prezintă o caracteristică de frecvenţă crescătoare în domeniul frecvenţelor joase, în scopul de a corecta caracteristica de înregistrare a discului. În afară de aceasta, frecvenţele mai înalte de 4 000—6 000 Hz sînt atenuate pentru a micşora fîşîitul dat de acul picupului.

Puterea de ieşire a acestui amplificator este de 3 W, cu distorsiuni de neliniaritate sub 3%.

S c h e m a. Schema de principiu a amplificatorului este dată în fig. 20. Primele două etaje cu tuburile 6Ж8 şi 6C2C asigură o amplificare prealabilă a tensiunii date de doza picupului. Comutatorul K permite conectarea la intrarea primului etaj a circuitului rezonant compus din bobina de şoc $Lş_1$ şi condensatoarele C_3 sau C_4. Acest circuit creează o cădere bruscă a caracteristicii pentru frecvenţe mai mari de 4 000 sau 6 000 Hz. Creşterea frecvenţelor acustice joase este dată de grupul $R_1C_1R_2$ conectat în circuitul de reacţie negativă între tuburile T_2 şi T_1. Gradul de creştere al acestor frecvenţe se reglează cu ajutorul rezistenţei variabile R_1. Condensatorul C_2 din acest circuit

are rol de separare și nu are influență asupra formei caracteristicii de frecvență a amplificatorului. Rezistența variabilă R_9 de la intrarea celui de al doilea etaj servește drept regulator de volum.

Cel de al treilea etaj al amplificatorului, etajul de ieșire, este realizat după o schemă obișnuită. De asemenea, blocul

Fig. 20. Schema de principiu a unui amplificator pentru picup cu doză electromagnetică.

de alimentare care redresează ambele alternanțe ale tensiunii alternative și o filtrează cu ajutorul grupului format din bobine de șoc $Lș_2$ și condensatoarele electrolitice C_{13} și C_{14}. Alimentarea primului etaj al amplificatorului se face print-tr-un filtru suplimentar de decuplare format din rezistența R_7 și condensatorul C_5. Pentru a micșora zgomotul de fond datorit alimentării filamentelor cu curent alternativ, în circuitul de încălzire al tuburilor este introdus un potențiometru R_{13}, cu care se reglează zgomotul minim al amplificatorului. Acest procedeu este foarte folosit la majoritatea amplificatoarelor, fiind simplu și dînd rezultate bune.

C o n s t r u c ț i a   ș i   p i e s e l e. Amplificatorul poate fi montat într-o cutie sau valiză, piesele fiind așezate pe un șasiu de aluminiu sau de oțel. La montarea amplificatorului trebuie luate măsurile necesare împotriva cuplajelor parazite posibile între etajele sale, așezînd în acest scop piesele și conexiunile într-un anumit fel. Este necesar

ca piesele și conductoarele de legătură ale primului etaj să fie ecranate.

Bobina de șoc $Lș_1$ trebuie să aibă un factor de calitate Q bun și de aceea miezul său se face din tole de permalloy E6,4, cu grosimea pachetului de 8 mm. Înfășurarea sa constă din 440 spire cu conductor de 0,8 mm. Pentru micșorarea capacității între spirele bobinei de șoc, ea este împărțită în patru galeți, fiecare galet avînd 110 spire. Inductanța acestei bobine este de aproape 0,3 H.

Miezul bobinei $Lș_1$ poate fi realizat și cu tole obișnuite din oțel E8 cu grosimea pachetului de 10 mm. În acest caz, înfășurarea bobinei de șoc trebuie să aibă 520 spire din conductor de cupru emailat de 0,3 mm. Pentru un astfel de miez însă, factorul de calitate Q nu mai este destul de bun și în consecință tăierea frecvențelor nedorite (fîșîit) este mai puțin pronunțată, decît în cazul tolelor de permalloy.

Transformatorul de ieșire Tr_1 poate fi executat pe tole E 12,5, cu grosimea pachetului de 35 mm. Înfășurarea *I* are 3 000 spire cu conductor de 0,18, iar înfășurarea *II* are 90 spire cu conductor de 0,8 mm. Difuzorul trebuie să aibă 3—4 Ω.

Transformatorul de putere Tr_2 are miezul din tole E12,5 cu grosimea pachetului de 40 mm. Înfășurarea *I* este formată din 2 × 550 spire cu conductor de 0,25 mm, înfășurarea *II* are 2 × 1 500 spire cu conductor de 0,17 mm; înfășurarea *III* are 27 spire, iar înfășurarea *IV*, 33 spire cu conductor de 1 mm.

Bobina de șoc poate fi realizată cu miez din tole E10, cu grosimea pachetului de 30 mm. Bobinajul are 6 000 spire cu conductor de 0,17 mm. În locul acestei bobine se poate folosi înfășurarea de excitație a difuzorului.

III. Amplificatoare cu etaj final în contratimp

Schemele care au fost analizate pînă acum au etajul final realizat cu un singur tub și pot livra o putere electrică de cîțiva wați. În general, această putere este suficientă cînd se dispune de un difuzor cu un bun randament și cînd audiția are loc într-o cameră obișnuită.

Totuși, deoarece la frecvențe joase atît sensibilitatea urechii cît și randamentul difuzorului scad, se preferă uneori un montaj cu putere de ieșire mai mare. În acest fel se dispune de o rezervă de putere care permite o audiție cu o dinamică mult mai bună. Pasajele muzicale „fortissimo“ nu sînt reproduse cu distorsiuni, iar pasajele „pianissimo“ nu intră în zgomotul de fond al amplificatorului sau al mediului ambiant.

Un amplificator cu o putere mai mare poate fi folosit în bune condiții la audiții în sălile cu un volum mai mare, ca de exemplu cluburi, școli etc. sau la o radioficare locală.

Un astfel de amplificator se realizează ușor cu ajutorul unui etaj final în contratimp, care are avantajul că suprimă componenta continuă a fluxului în transformatorul de ieșire și deci acesta se poate dimensiona mai rațional. Pe de altă parte, montajul în contratimp elimină armonicile pare și în consecință amplificatorul va avea distorsiuni mai mici. De asemenea, pentru o alimentare în paralel, montajul prezintă o mai mică sensibilitate la defectele de filtraj și o mai mică tendință de cuplaj prin impedanța comună a sursei de alimentare.

Montajul în contratimp este practic singurul întrebuințat în redarea muzicii și vorbei, cu înaltă fidelitate. Din punctul de vedere al alimentării, tuburile sînt montate în paralel (fig. 21), iar din punctul de vedere al semnalului, în serie.

În general, tuburile pot lucra în clasa A, AB_1, AB_2 sau B. În clasa B, randamentul este mai bun decît în clasele AB sau A, însă distorsiunile sînt mai mari. Se preferă lucrul într-un regim moderat AB (fără curenți de grilă), care nu

introduce nici distorsiuni prea mari și are și un randament mai bun ca în clasa *A*.

Montajul în contratimp se poate executa cu triode sau pentode. Avantajul folosirii triodelor este că acestea prezintă o impedanță de ieșire mică și dau armonici pare care însă sînt eliminate de însăși principiul de funcționare al montajului. Totuși, datorită faptului că triodele au un randament scăzut și necesită tensiuni alternative de atac a grilelor mai ridicate, se preferă în general pentodele (sau tetrodele cu fascicul dirijat). Cu toate că polarizarea fixă a tuburilor permite realizarea unei puteri mai mari, totuși se preferă adeseori polarizarea automată, care este mai puțin complicată.

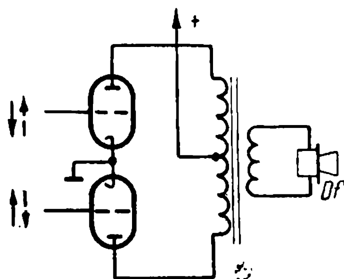


Fig. 21. Etaj final în contratimp.

Semnalele care se aplică pe grilele tuburilor trebuie să fie în antifază. Inversorul de fază este cel care permite trecerea de la montajul simplu la montajul simetric. Transformatorul cu priză mediană, care mai poate realiza această funcțiune, este o piesă grea, costisitoare și în același timp rezultatele obținute nu satisfac în totală măsură. De aceea el se utilizează din ce în ce mai rar.

Pentru ca amplificatorul să nu aibă distorsiuni, este necesar ca cele două tensiuni de atac să fie aproximativ egale. O disimetrie de 1% este bună și mai mult nu este necesar, deoarece pantele tuburilor finale diferă cu mult mai mult. O disimetrie de 5% este suficientă și este admisă în amplificatoarele obișnuite.

În domeniul inversoarelor, există foarte multe inovații care s-au făcut în ultimii ani. Totuși trei din montajele clasice au rămas valabile și se aplică cu succes la majoritatea amplificatoarelor. Vom face o analiză sumară a acestora. În fig. 22 este dată schema de principiu a inversorului cu sarcină distribuită, care este cel mai simplu dintre aceste montaje.

Rezistențele din circuitele anodice și catodice fiind egale, cele două tensiuni alternative culese în punctele 1 și 2 sînt și ele egale.

Acest inversor prezintă avantajul că este simplu şi are distorsiuni mici din cauza reacţiei negative de curent de pe catod. Totuşi, trebuie să se ţină seama de faptul că nu are cîştig (amplificare aproximativ 0,9), prezintă impedanţe de ieşire diferite (în circuitul anodic mult mai mare decît în circuitul catodului) şi o funcţionare defectuoasă la frecvenţe înalte (nu se mai obţine o echilibrare a amplitudinilor şi fazelor). De asemenea, nu poate fi folosit cînd se cer tensiuni prea mari de atac pe grilele tuburilor finale.

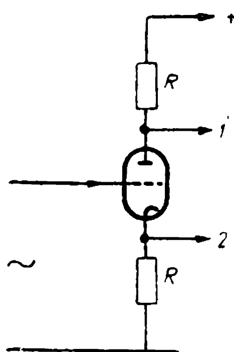


Fig. 22. Inversor de fază cu sarcină distribuită.

În fig. 23 este prezentată schema de principiu a inversorului de fază cu cuplaj catodic.

Semnalul aplicat pe grila primului tub se regăseşte cu aceeaşi fază pe catod. Deoarece grila celui de al doilea tub din punct de vedere alternativ este la masă, semnalul aplicat în catod dă naştere în anodul *2* unei tensiuni alternative în antifază cu cea de pe anodul *1*.

Pentru ca cele două tensiuni să fie şi egale, trebuie ca R_2 să fie ceva mai mare (cu circa 5%) ca R_1.

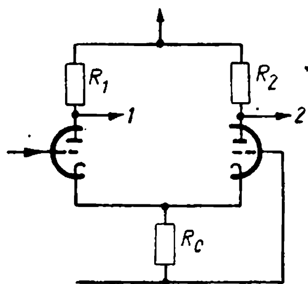


Fig. 23. Inversor de fază cu cuplaj catodic.

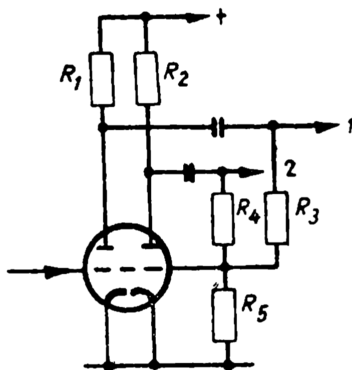


Fig. 24. Inversor de fază cu autoechilibrare.

Acest inversor, foarte mult folosit în montajele de calitate, are avantajul că echilibrarea lui nu este condiționată de simetria celor două triode. De asemenea, amplificarea este aproximativ egală cu jumătate din amplificarea primei triode, iar impedanțele de ieșire sînt egale, dacă cele două triode sînt identice. Tensiunile furnizate sînt mai mari ca cele de la montajul cu sarcină distribuită.

Unul din inconvenientele acestui inversor este că necesită o dublă triodă. De asemenea, absența reacției negative de curent face ca el să aibă distorsiuni ceva mai mari decît primul montaj, dar nu mai mari ca un etaj utilizat normal.

În fig. 24 este dată schema de principiu a inversorului cu autoechilibrare. De la primul tub care amplifică normal se ia o parte din tensiune și se aplică celui de al doilea tub care are o puternică reacție negativă din anod pe grilă, prin R_4. În felul acesta, cele două tensiuni din anozi apar în antifază și egale.

Acest montaj se poate realiza și cu o triodă și o pentodă, căci primul tub are funcția numai de amplificare. Amplificarea inversorului este egală cu cea a primului tub și din acest punct de vedere montajul este avantajos. De asemenea, inversorul acesta este cel mai apt pentru a livra tensiuni mari de semnal. Totuși, are și inconveniente, printre care remarcăm inegalitatea impedanțelor de ieșire.

Realizarea practică a montajelor prezentate se poate urmări în descrierile amplificatoarelor ce urmează.

Montajul I. Primul amplificator descris reprezintă partea de joasă frecvență a unui radioreceptor de înaltă calitate, dar poate fi executat și ca dispozitiv separat pentru reproducerea înregistrărilor pe discuri. El conține trei etaje de amplificare, realizate cu tuburile 6Ж8, 6H8C și 2 × 6C4C, are regulator de volum compensat (urmărește aproximativ curbele de senzație auditivă) și reglaj de ton pentru frecvențe înalte și joase. Alimentarea se poate face de la o rețea de curent alternativ printr-un redresor obișnuit.

Banda de trecere a amplificatorului este de 50—10 000 Hz, puterea de ieșire nominală de 8W cu un coeficient de distorsiuni sub 2,5% iar sensibilitatea de 150 mV.

Schema și piesele. Schema principială a amplificatorului este prezentată în fig. 25. Primele două etaje ale amplificatorului (pentoda 6Ж8 și jumătatea din stînga a dublei triode 6H8C) sînt amplificatoare normale cu cuplaj *RC*. La intrarea amplificatorului există regulatorul de volum

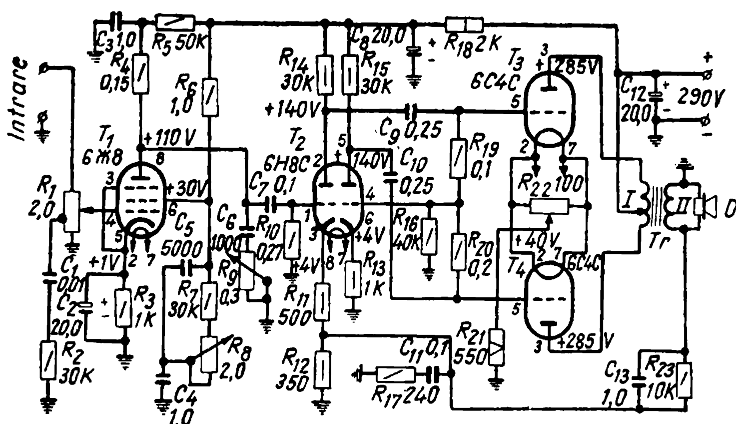


Fig. 25. Schema de principiu a unui amplificator în contratimp realizat cu triode.

R_1 cu circuitul de compensație C_1R_2. În acest fel, se produce o ridicare a frecvențelor joase față de frecvențele medii și înalte, care este cu atît mai pronunțată cu cît cursorul potențiometrului se află mai jos.

Între primul și al doilea etaj amplificator sînt așezate regulatoarele de ton pentru frecvențe joase R_8 și pentru frecvențe înalte R_9. Reglarea se realizează datorită variației coeficientului de amplificare al primului tub, la capetele benzii de trecere, coeficient care depinde de impedanța din circuitul anodic și de reacția negativă din circuitul grilei ecran a tubului.

Amplificarea frecvențelor înalte se reglează prin variația impedanței circuitului C_6R_9 care șuntează rezistența de sarcină R_4. La frecvențe joase, amplificarea se reglează prin variația impedanței circuitului $C_5C_4R_7R_8$ care schimbă la rîndul său valoarea componentei alternative a tensiunii de

pe ecranul tubului T_1, care acţionează în antifază cu tensiunea de audiofrecvenţă de pe grila de comandă.

Etajul inversor de fază este un etaj cu autoechilibrare, ale cărui performanţe au fost deja prezentate.

În etajul de ieşire al amplificatorului se utilizează triodele T_3 şi T_4. De la înfăşurarea *II* a transformatorului de ieşire, prin divizorul $R_{23}C_{13}R_{12}$ se aplică tensiunea de reacţie negativă, care asigură indicii de înaltă calitate ai amplificatorului.

Condensatorul C_{13} atenuează acţiunea reacţiei la frecvenţe joase, iar condensatorul C_{11} cu rezistenţa R_{17} — la frecvenţele superioare ale benzii de trecere, datorită cărui fapt, la aceste frecvenţe amplificarea creşte şi deci se asigură o rezervă de amplificare necesară reglajului tonului.

Transformatorul de ieşire *Tr*, calculat pentru un difuzor cu o impedanţă de 10 Ω, are miez din tole E 12,5, cu grosimea pachetului de 40 mm. Înfăşurarea *I* are 2 × 750 spire cu sîrmă de 0,2 mm, iar înfăşurarea *II* are 67 spire cu sîrmă de 0,8 mm. Pentru cazul cînd se foloseşte la ieşire un difuzor de 12,5 VA, de producţie indigenă, care are o impedanţă de 6,3 Ω, secundarul transformatorului va fi bobinat cu 53 spire cu sîrmă de 0,9 mm.

Tubul redresor trebuie să suporte curentul consumat de cele două tuburi din etajul final sub o tensiune de 290 V. În fig. 40 se dă un redresor realizat cu tubul EZ81 care poate fi folosit şi în cazul schemei prezentate aici.

Montajul II. Un alt amplificator care poate fi utilizat ca parte de joasă frecvenţă a unui radioreceptor, sau realizat ca instalaţie separată pentru reproducerea înregistrărilor pe discuri, conţine tuburile 6Ж8, 6H8C şi în etajul final două tetrode cu fascicul dirijat de tipul 6П6C (fig. 26). Montajul are regulator de volum compensat şi regulator de ton separat pentru frecvenţe joase şi înalte, realizate identic ca şi în fig. 25.

Alimentarea se poate face de la reţeaua de curent alternativ prin intermediul unui grup redresor.

Banda de frecvenţe pe care le lasă să treacă amplificatorul se găseşte în limitele 50—10 000 Hz, puterea de ieşire este de 8 W, cu distorsiuni sub 1,5%, iar sensibilitatea de 140 mV.

S c h e m a ş i p i e s e l e. Schema principială a amplificatorului este dată în fig. 26. Față de montajul prezentat anterior remarcăm existența grupului $R_{18}C_{12}$ care permite o echilibrare mai bună a frecvențelor înalte pe grilele celor

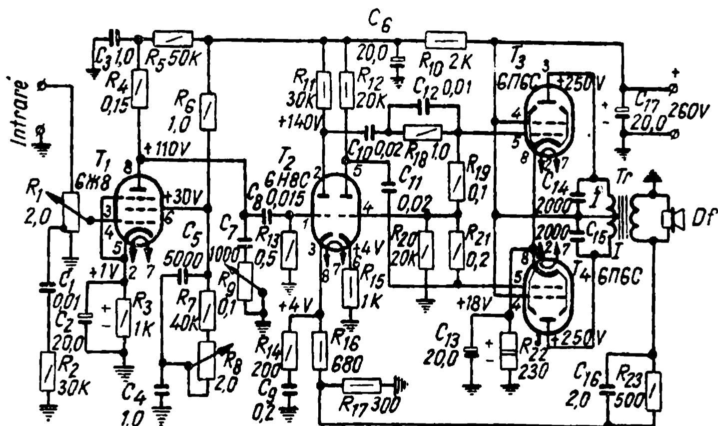


Fig. 26. Schema de principiu a unui amplificator în contratimp realizat cu tetrode cu fascicul dirijat.

două tuburi finale și evită oscilațiile pe frecvențe joase. În rest, pînă la etajul final, montajele sînt identice.

Etajul final folosește o negativare comună ambelor tuburi. Aceasta are avantajul că este simplă, însă în cazul apariției unui dezechilibru între tuburi, acest dezechilibru se accentuează foarte rapid.

De pe înfășurarea *II* a transformatorului de ieșire, se aplică prin intermediul rețelei $R_{23}C_{16}R_{17}$ o tensiune de reacție negativă în circuitul catodic al primei triode a tubului T_2. Condensatorul C_{16} micșorează acțiunea acestei reacții la frecvențe inferioare, iar rezistența R_{14} și condensatorul C_9 — prin micșorarea impedanței din circuitul de catod — la frecvențe înalte. În consecință, frecvențele joase și înalte vor fi ridicate și se creează o rezervă de amplificare necesară reglării tonului.

Transformatorul de ieșire este executat pe tole E12,5 cu grosimea pachetului de 40 mm. Înfășurarea *I* are 2 × 1 500 spire cu conductor de 0,15 mm, iar înfășurarea *II*

are 105 spire de 1 mm pentru un difuzor de 10 Ω și 83 spire de 1,1 mm pentru un difuzor de 6 Ω. Față de transformatorul precedent, se remarcă că numărul de spire este mult mai mare. Aceasta din cauză că pentodele (sau tetrodele cu fascicul dirijat) avînd o impedanță internă mai mare, necesită o inductanță a primarului transformatorului mai mare.

Montajul III. Se descrie un alt amplificator cu o putere ceva mai mare (25 W). Distorsiunile neliniare pentru puterea nominală sînt mai mici de 2%, iar caracteristica de frecvență este practic liniară în limitele 50—8 000 Hz. Amplificatorul poate funcționa cu o sursă de semnal destul de slabă, cum ar fi o doză electromagnetică, deoarece are un factor de amplificare mare.

Ca sarcină a amplificatorului pot fi conectate un grup de difuzoare sau o linie de radioficare. Amplificatorul se alimentează de la rețeaua de curent alternativ de 110 sau 220 V.

S c h e m a. Amplificatorul conține trei etaje de amplificare de joasă frecvență (fig. 27). Primul etaj este executat

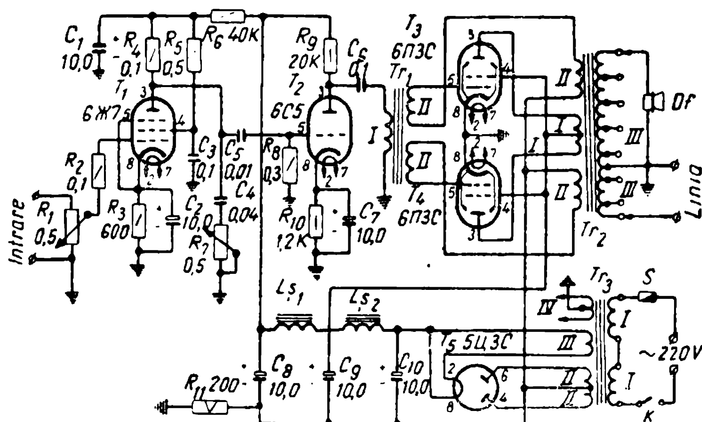


Fig. 27. Schema de principiu a unui amplificator de putere medie (25 W).

după o schemă obișnuită *RC*. Potențiometrul R_1 de la intrarea acestui tub are rolul de regulator de volum. Rezistența R_2 este conectată în circuitul de grilă al tubului T_1

cu scopul de a preîntîmpina oscilațiile etajului pe frecvențe foarte ridicate. Reglajul tonului (frecvențele înalte) se realizează în circuitul anodic al tubului, cu ajutorul rezistenței variabile R_7. Cel de al doilea etaj, realizat cu trioda 6C5, este un amplificator normal cu sarcină anodică rezistivă. O particularitate a montajului este că atacă grilele etajului final cu ajutorul unui transformator Tr_1, soluție care nu prea se mai utilizează decît în amplificatoarele de mare putere.

În etajul final funcționează în contratimp două tuburi 6П3С. Reacția negativă, care se aplică din înfășurările suplimentare ale transformatorului de ieșire Tr_2 pe grilele tuburilor finale, îmbunătățește performanțele amplificatorului.

Secționarea înfășurării *III* a transformatorului de ieșire permite conectarea la ieșirea amplificatorului a unor difuzoare de diverse impedanțe.

Redresorul cu dubla dioda T_5 de tipul 5Ц3С este realizat după o schemă obișnuită. Grupul de filtraj conține două celule cu bobinele de șoc $Lș_1$ și $Lș_2$ și condensatoarele C_8, C_9 și C_{10}. Circuitele anodice ale tuburilor sînt alimentate separat pentru a nu da naștere unor oscilații de joasă frecvență.

Tensiunea de negativare pe grilele tuburilor se aplică de pe rezistența R_3 (pentru tubul T_1), rezistența R_{10} (pentru tubul T_2) și rezistența R_{11} (pentru tuburile T_3 și T_4).

C o n s t r u c ț i a ș i p i e s e l e. Amplificatorul se poate monta în cutie de lemn (485 × 210 × 355 mm), cu placa din față demontabilă. Toate piesele amplificatorului se așază pe un șasiu executat din tablă de oțel moale cu grosimea de 1—1,5 mm.

Transformatorul inversor de fază Tr_1 este executat pe tole E12,5 cu grosimea pachetului de 25 mm. Înfășurarea *I* constă din 3 200 spire cu conductor de 0,1 mm iar înfășurarea *II* din 2 × 6 000 spire tot cu 0,1 mm. Transformatorul de ieșire Tr_2 este executat pe tole E16 cu grosimea pachetului de 35 mm. Înfășurarea *I* are 2 × 850 spire cu conductor de 0,3 mm grosime, înfășurarea *II* are 2 × 60 spire cu diametrul de 0,6 mm (se alege experimental în limitele 2 × 20 la 2 × 100 spire) și înfășurarea *III* cu 22 + 7 + 5 + 9 + + 6 + 29 spire cu sîrmă cu diametrul de 1,5 mm și 214 + + 88 + 112 spire cu grosimea de 0,55 mm (secțiunile acestei înfășurări sînt calculate corespunzător impedanțelor de

ieșire de 2, 3, 4, 5, 8, 16 Ω, mergînd de la masă în sus, și de 125, 250 și 500 Ω, mergînd de la masă în jos).

Transformatorul de rețea Tr_3 este bobinat pe tole E 16 cu grosimea pachetului de 60 mm. Înfășurarea *I* are 2 × 200 spire cu conductor de 0,8 mm grosime; înfășurarea *II* are 2 × 670 spire cu 0,35 mm grosime; înfășurarea *III* are 7 spire cu 1,4 mm diametru și înfășurarea *IV* are 2 × 5 spire cu diametrul de 1,5 mm.

Bobina de șoc $Lș_1$ este bobinată pe tole E10 cu grosimea pachetului de 20 mm, avînd 3 400 spire cu conductor de 0,08 mm (rezistența înfășurării în curent continuu este de 1 400 Ω). Bobina de șoc $Lș_2$ este realizată pe tole E 12,5 cu grosimea pachetului de 25 mm și întrefier de 0,1 mm. Ea conține 3 000 spire cu conductor de 0,3 mm (rezistența în curent continuu de 150 Ω).

Acest amplificator se poate folosi de asemenea pentru amplificarea discursurilor sau a programelor captate de un microfon sau pentru redarea benzilor de magnetofon. Pentru aceasta însă este nevoie de încă un etaj preamplificator, asemănător primului etaj de intrare.

Montajul IV. Un amplificator care poate fi folosit la un centru de radioficare școlar și care folosește în etajul final tot două tuburi 6П3С în contratimp, se prezintă în fig. 28.

La ieșirea amplificatorului se pot conecta fie două difuzoare, fiecare de circa 10 W, fie 18—25 difuzoare cu putere de 1 W. Ca sursă de program se poate folosi un microfon, un receptor sau un picup.

S c h e m a. Schema principială a amplificatorului conține trei etaje de preamplificare, un etaj defazor, etajul final și un grup de alimentare.

Cu ajutorul comutatorului *K* se poate trece pe diverse moduri de funcționare. Astfel pentru poziția *1* a acestui comutator, amplificatorul lucrează cu microfonul *M*, pentru poziția *2* lucrează cu receptorul *R* și pentru poziția *3*, cu doza de picup.

Amplificatorul are o reacție negativă care se aplică de pe înfășurarea *V* a transformatorului Tr_1 pe grila triodei din stînga a tubului T_3. Această reacție negativă poate fi dozată cu ajutorul potențiometrului R_{18}.

Ca regulator de volum al amplificatorului se folosește potențiometrul R_4, iar ca regulator al tonului rezistența variabilă R_9 cu ajutorul căreia se modifică amplificarea frecvențelor înalte.

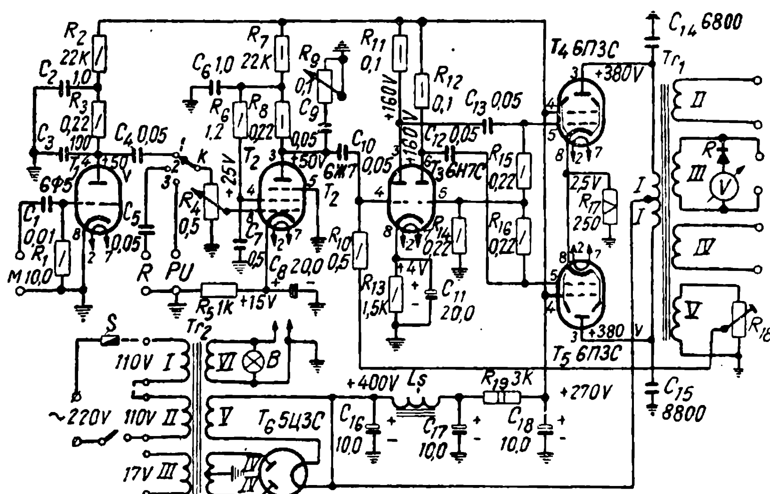


Fig. 28. Schema de principiu a unui amplificator pentru centrul de radioficare școlară.

Înfășurarea *II* (120 V) a transformatorului de ieșire Tr_1 este calculată pentru cazul conectării difuzoarelor cu pîlnie de tipul P10; înfășurarea *III* (30 V) este calculată pentru conectarea difuzoarelor de radioficare, precum și pentru controlul funcționării amplificatorului cu ajutorul voltmetrului magnetoelectric *V*, conectat prin elementul de cuproxid *R*. Tot pentru control, însă auditiv (cu ajutorul unui difuzor), servește și înfășurarea *IV*. Înfășurarea *V* servește numai pentru contrareacție.

C o n s t r u c ț i a   ș i   p i e s e l e. Piesele amplificatorului sînt montate pe un șasiu metalic și pe panoul frontal fixat de acesta. Toate acestea sînt executate din tablă de oțel sau aluminiu cu grosimea de 2—3 mm.

Un exemplu de așezare a principalelor piese ale amplificatorului pe șasiu și pe panou este dat în fig. 29.

Transformatorul de ieșire Tr_1 este realizat cu miez din tole E16 cu grosimea pachetului de 40 mm. Înfășurarea *I* constă din 2 × 1 000 spire, înfășurarea *II* din — 500 spire cu conductor de 0,25 mm grosime, înfășurarea *III* — din

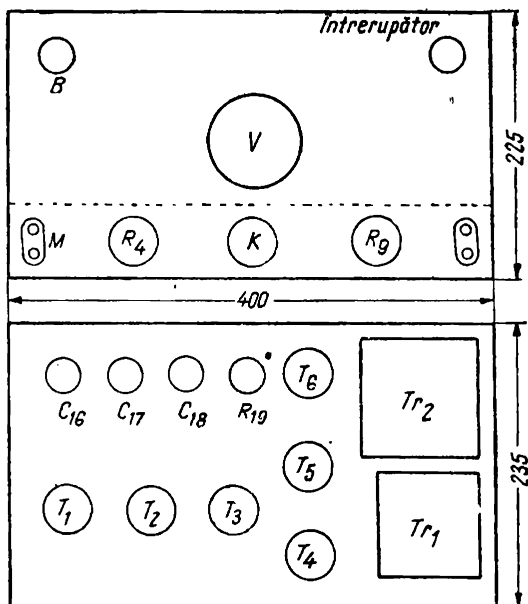


Fig. 29. Așezarea pieselor pe șasiul amplificatorului pentru centrul de radioficare școlară.

125 spire, înfășurarea *IV* — din 70 spire și înfășurarea *V* — din 100 spire, toate acestea din urmă cu sîrmă de 0,7 mm grosime.

Transformatorul de alimentare Tr_2 are miez din tole E16 cu grosimea pachetului de 60 mm. Înfășurarea *I* (de 110 V) are 200 spire, înfășurarea *II* (de 110 V) — tot 200 spire, înfășurarea *III* (de 17 V) — 30 spire cu conductor de 0,8 mm, înfășurarea *IV* — cu 2 × 670 spire de 0,35 mm, înfășurarea *V* — 10 spire de 1,4 mm și înfășurarea *VI* — 12 spire de 1,5 mm.

Bobina de şoc a filtrului *Lş* are un miez din tole E10 cu grosimea pachetului de 20 mm şi cu un întrefier de 1 mm. Ea se execută cu 3 400 spire de 0,15 mm grosime.

R e g l a r e a. După execuţia amplificatorului, se verifică regimul de funcţionare al tuburilor sale şi apoi cu ajutorul potenţiometrului R_{18} se stabileşte mărimea necesară a reacţiei (după auz, la funcţionarea optimă a amplificatorului). Dacă la introducerea reacţiei negative amplificatorul oscilează (apar fluierături), trebuie inversate legăturile înfăşurării *V* a transformatorului de ieşire Tr_1.

IV. Amplificatoare de calitate

Progresele care s-au realizat recent în toate domeniile de reproducere a sunetului, de la modulația de amplitudine la modulația de frecvență, de la discul standard la discul cu înregistrare microrile etc., au dus la necesitatea apariției unor amplificatoare cu performanțe superioare. Aceste amplificatoare se folosesc separat sau completează un aparat de radiorecepție sau o combină muzicală de înaltă calitate.

Performanțele superioare ale acestor amplificatoare se realizează pe seama unor complicații de ordin tehnic și din această cauză reglajul nu se poate executa decît de radioamatorii cu o practică îndelungată în domeniu și cu ajutorul unor aparate de măsură adecvate.

Montajul I. Amplificatorul ce se descrie reprezintă partea de joasă frecvență a receptorului „Riga-10". El poate fi realizat ca o parte componentă a radioreceptorului de clasă superioară de fabricație proprie, sau sub formă de adaos la radio receptorul existent care are partea de joasă frecvență slabă. Un astfel de amplificator se poate utiliza desigur și pentru reproducerea înregistrărilor pe discuri, precum și într-o serie de alte scopuri.

Amplificatorul (împreună cu redresorul) conține cinci tuburi. El are regulator de volum compensat și regulatoare de ton pentru frecvențe înalte și joase. Puterea de ieșire a amplificatorului este de circa 8 W cu distorsiuni sub 2%. Tensiunea de intrare necesară obținerii acestei puteri este de ordinul a 0,2 V.

S c h e m a. Schema de principiu a amplificatorului este dată în fig. 30 și cuprinde două etaje preamplificatoare de joasă frecvență cu tubul pentodă T_1 și trioda din stînga a tubului T_2, un etaj defazor cu trioda din dreapta a tubului T_2, un etaj final în contratimp cu tetrodele cu fascicul dirijat T_3 și T_4 și un redresor cu dioda T_5.

Pentru mărirea stabilității de funcționare și îmbunătățirea calitativă a reproducerii, amplificatorul are patru circuite de reacție negativă.

Unul din aceste circuite, format din rezistențele R_{28} și R_{17}, leagă ieșirea amplificatorului cu catodul triodei din

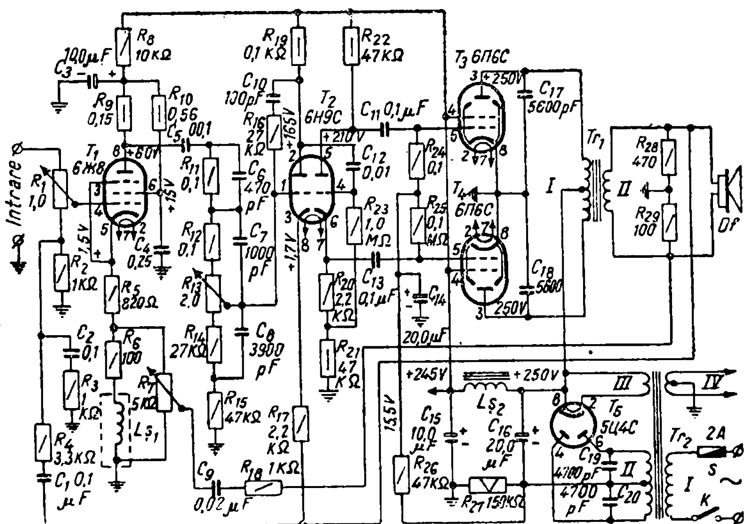


Fig. 30. Schema de principiu a unui amplificator cu etaj final în contratimp, pentru radioreceptor de înaltă calitate.

stînga a tubului T_2. Tensiunea de reacție negativă aplicată în acest caz de pe înfășurarea *II* a transformatorului de ieșire Tr_1 micșorează coeficientul de distorsiuni și impedanța internă a amplificatorului, iar aceasta îmbunătățește simțitor calitatea reproducerii sonore.

Alt circuit de reacție negativă format din condensatorul C_{10} și rezistența R_{16} este conectat între anodul și grila triodei din stînga a tubului T_2. El contribuie la scăderea bruscă a amplificării la frecvențe mai mari decît gama de lucru și mărește în acest fel stabilitatea de funcționare a amplificatorului.

Celelalte două circuite de reacție negativă sînt utilizate în grupele de reglaj al volumului și tonului.

Primul din ele, care leagă ieșirea amplificatorului cu circuitul grilei de comandă a tubului T_1, asigură la reglarea volumului compensarea frecvențelor audio joase și înalte. Mărimea reacției variază în funcție de poziția cursorului regulatorului de volum R_1. Creșterea frecvențelor joase este dată de condensatorul C_1 și rezistența R_4, iar creșterea frecvențelor înalte de condensatorul C_2 și rezistența R_3.

Cel de-al doilea circuit de reacție negativă, care ia o parte din tensiunea de la ieșirea amplificatorului și o introduce pe catodul tubului T_1, este utilizat pentru reglajul tonului la frecvențe superioare (domeniul 1 000—8 000 Hz). În acest circuit intră rezistențele R_{29}, R_{18}, R_7, R_6 și R_5, condensatorul C_9 și bobina de șoc $Lș_1$.

Cînd cursorul potențiometrului R_7 se află în poziție superioară (conform schemei), se obține o bandă mai îngustă în domeniul frecvențelor superioare. Cînd cursorul aceluiași potențiometru se află în poziție inferioară, banda se lărgește.

În schema de reglaj al tonului la frecvențe joase intră rezistențele R_{12}, R_{13}, R_{14} și condensatoarele C_7 și C_8. Deplasarea cursorului potențiometrului R_{13} de o parte sau de alta față de poziția sa medie determină creșterea sau scăderea amplificării la frecvențele joase.

Redresorul este realizat după o schemă obișnuită de redresare a ambelor alternanțe. Tensiunea redresată și filtrată se aplică prin decuplajele corespunzătoare în circuitele anodice ale tuburilor amplificatoare. Tensiunea pentru alimentarea etajului final se ia înainte de bobina de șoc a filtrului. Această metodă de alimentare, în cazul schemei în contratimp bine echilibrată și a reacției negative, nu dă un zgomot de fond mare, în schimb însă are o influență pozitivă asupra stabilității de funcționare a amplificatorului.

P i e s e l e. Bobina de corecție $Lș_1$ conține 1 500 spire cu conductor de 0,14—0,15 mm, bobinate pe o carcasă de 10 mm diametru și de 15 mm lungime. Ea este așezată într-un blindaj de oțel.

Bobina de șoc $Lș_2$ este realizată pe tola E10 cu grosimea pachetului de 20 mm. Ea are 3 000 spire cu conductor de 0,2—0,25 mm.

Transformatorul de ieşire Tr_1 este realizat pe tola E 10 cu grosimea pachetului de 30 mm. Înfăşurarea *I* are 2 × × 1 200 spire cu conductor de cupru emailat de 0,14—0,15 mm, iar înfăşurarea *II*, 2 × 96 spire cu conductor de 0,41—0,44 mm. Înfăşurarea *I* este aşezată între cele două jumătăţi ale înfăşurării *II*, care sînt conectate în paralel. În acest fel inductanţa de scăpări a transformatorului se micşorează şi face posibilă pe de o parte redarea frecvenţelor superioare cu distorsiuni de frecvenţă relativ mici, iar pe de altă parte aplicarea unei reacţii negative mai mari.

Transformatorul de ieşire este calculat pentru un difuzor cu impedanţa de 12 Ω.

Transformatorul de reţea Tr_2 este executat pe tole E20, cu grosimea pachetului de 40 mm. Înfăşurarea *I*, calculată pentru conectarea la reţeaua de 110, 127 şi 220 V, constă din două secţiuni identice cu 341 + 53 spire din conductor de 0,44 mm. Înfăşurarea *II* are 2 × 800 spire cu conductor de 0,25—0,27 mm, înfăşurarea *III* are 16 spire cu sîrmă de 1,0—1,2 mm, iar înfăşurarea *IV* are 21 spire cu sîrmă de 1,5—1,6 mm, cu priză mediană. Între înfăşurările *I* şi *II* există un ecran. Transformatorul este calculat şi pentru alimentarea suplimentară a părţii de înaltă frecvenţă a radioreceptorului sau a amplificatorului de microfon.

Montajul II. Un alt amplificator cu utilizare universală este descris în cele ce urmează. Acest amplificator conţine cinci tuburi (6Ф5, 6Ж7, 6Н8С şi două 6П6С) şi se alimentează de la reţeaua de curent alternativ prin intermediul redresorului cu dioda 5Ц4С.

Banda de trecere a amplificatorului este de 50—10 000 Hz, iar puterea de ieşire de 12 W cu distorsiuni neliniare de 2%. Regulatoarele de ton asigură corecţia frecvenţelor joase (în limitele ± 12 dB) şi a celor înalte (pînă la + 5 dB). Nivelul de zgomot la ieşirea amplificatorului în raport cu nivelul maxim de ieşire este de —50 dB. Puterea consumată de la reţea este egală cu 100 W.

Acest amplificator poate fi folosit pentru centrul de transmitere al unui club sau al unei şcoli, la amplificarea vorbei sau a programelor muzicale într-o sală mare, la

instalațiile de înregistrare a sunetului sau ca modulator al emițătorului pe unde scurte al radioamatorului.

S c h e m a. Amplificatorul are patru etaje de amplificare (fig. 31). Primul etaj cu tubul T_1 se folosește numai în cazul funcționării cu microfon, sau doză dinamică. Tensiunea de la o doză de picup cu cristal de la un magnetofon sau de pe linie se aplică la intrarea celui de-al doilea etaj realizat cu tubul T_2. Rezistența variabilă are aici rolul de regulator de volum. Trecerea la un fel sau altul de funcționare se face cu ajutorul comutatorului K_1. În cel de-al treilea etaj de amplificare se folosește trioda din stînga a tubului T_3. Tensiunea de audiofrecvență din circuitul anodic al acestei triode se aplică pe grila de comandă a tubului de ieșire T_4, iar o parte din ea de pe divizorul $R_{16}R_{17}$ ajunge pe grila triodei din dreapta a tubului T_3, este amplificată pînă la valoarea necesară și se aplică cu fază inversă pe grila de comandă a tubului de ieșire T_5.

Etajul final cu tuburile T_4 și T_5 funcționează după schema în contratimp. Pentru funcționarea stabilă a tuburilor etajului final, în circuitele sale anodice sînt conectate prin condensatoarele C_{16} și C_{17}, rezistențele R_{21} și R_{22}.

De pe înfășurarea *II* a transformatorului de ieșire Tr_3 se aplică la intrarea celui de-al treilea etaj de amplificare tensiunea de reacție negativă variabilă cu frecvența. Rezistențele variabile R_6 și R_{15}, din circuitele de reacție negativă, au rolul corespunzător de reglare a frecvențelor audio joase și înalte. Comutatorul K_2 este destinat trecerii amplificatorului din regimul de înregistrare pe bandă de magnetofon (Ls_1, C_8) în regimul de reproducere (C_6).

Înfășurarea *III* a transformatorului de ieșire Tr_3 este executată cu prize și calculată pentru sarcini de 3 Ω, 5 Ω, 7 Ω, 15 Ω sau 200 Ω. Linia (în cazul utilizării amplificatorului pentru transmisii) sau doza de înregistrare (în cazul funcționării amplificatorului în instalațiile de înregistrare pe discuri) se conectează la ieșirea de 200 Ω (întreaga înfășurare). Rezistența R_{23} și condensatorul C_{18} micșorează amplificarea în domeniul frecvențelor acustice inferioare, ceea ce este necesar în regimul de înregistrare.

Capul de magnetofon de înregistrare se conectează la capetele înfășurării de 7 Ω sau 15 Ω. În serie cu înfășurarea capului, se conectează în acest caz generatorul de curent de

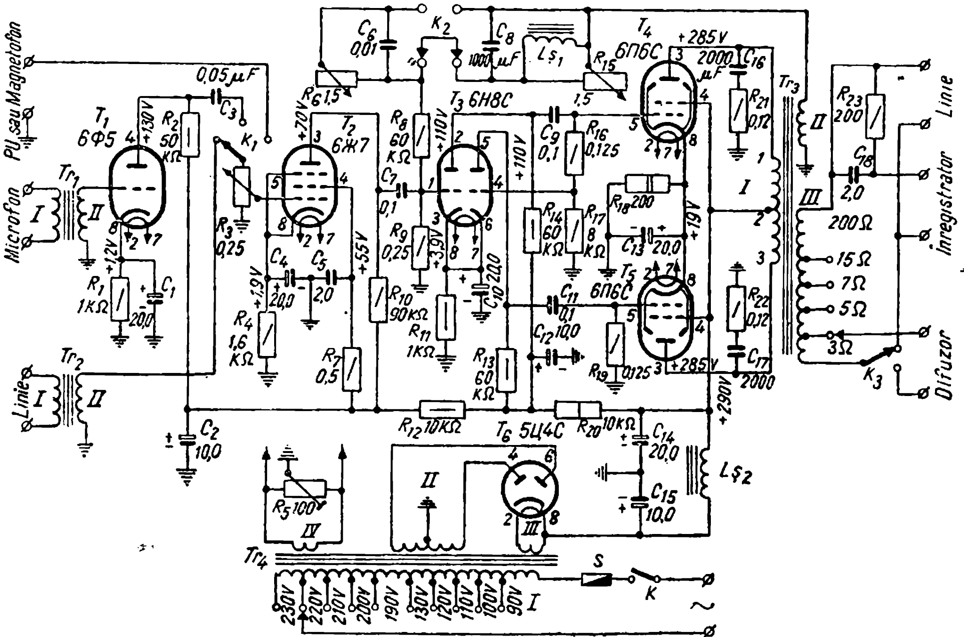


Fig. 31. Schema de principiu a unui amplificator universal.

premagnetizare. Ieșirile de 3 Ω, 5 Ω, 7 Ω și 15 Ω servesc pentru conectarea diverselor difuzoare.

Redresorul realizat cu dioda T_6 redresează ambele alternanțe. Pentru micșorarea zgomotului se introduce în circuitul de încălzire al tuburilor un punct median artificial cu rezistența R_5. Cursorul acestui potențiometru se stabilește la reglajul amplificatorului, pentru nivelul de zgomot minim.

C o n s t r u c ț i a ș i p i e s e l e. Este bine ca amplificatorul și redresorul să fie montate pe șasiuri separate de oțel sau aluminiu, dispuse în timpul funcționării la distanță de 1—1,5 m unul de altul. În acest caz, pentru amplificator se execută un șasiu cu dimensiunile de 300 × 200 × × 60 mm. Amplificatorul, fără primul etaj de amplificare (amplificatorul de microfon), poate fi de asemenea montat împreună cu redresorul pe un șasiu comun cu dimensiunile de 400 × 320 × 60 mm. Forma exterioară a amplificatorului se recomandă a fi aceea de cutie de metal sau lemn.

Transformatorul de microfon Tr_1 are miezul din tole de permalloy E6,4 cu o grosime a pachetului de 15 mm. Carcasa transformatorului este împărțită prin trei plăci în patru secțiuni (galeți). Înfășurarea *II* (4 × 2 160 spire cu conductor de 0,05 mm) este așezată peste înfășurarea *I* (4 × 180 spire cu conductor de 0,2 mm). Spirele înfășurărilor sînt dispuse uniform în toate secțiunile carcasei. Între înfășurări este așezat un ecran electrostatic (un strat de sîrmă izolată sau de foiță conductoare). Transformatorul montat trebuie să fie închis în ecran cilindric de permalloy, peste care se așază un ecran identic de cupru.

Transformatorul de linie Tr_2 este executat pe tole de oțel E10 cu grosimea pachetului de 20 mm. Înfășurarea *I* are 1 600 spire cu conductor de 0,2 mm, iar înfășurarea *II* are 400 spire cu sîrmă de 0,1 mm.

Transformatorul de ieșire Tr_3 are miezul din tole E12,5 cu grosimea pachetului de 35 mm. Carcasa înfășurărilor este divizată la mijloc printr-o placă cu decupări pentru trecerea sîrmei. Înfășurarea *I* are 4 000 spire din conductor de 0,2—0,22 mm cu priză mediană; înfășurarea *II* are 78 spire cu sîrmă de 0,1—0,12 mm, iar înfășurarea *III* are 172 spire cu sîrmă de 1,0 mm și 453 spire cu sîrmă de 0,5 mm. Prizele, în această ultimă înfășurare, sînt la

77, 100, 123 și 172 spire. Așezarea înfășurărilor pe carcasă și schema lor de legare este dată în fig. 32. La început se bobinează pe o jumătate din carcasă 1 000 spire ale înfășurării *I* și apoi se întoarce carcasa și se bobinează pe cealaltă jumătate de carcasă încă 1 000 spire ale acestei înfășurări. Apoi, fără a întoarce carcasa, se bobinează înfășurarea *II* (cîte 39 spire în fiecare galet), iar deasupra ei se bobinează a doua jumătate a înfășurării *I* (la fel ca prima).

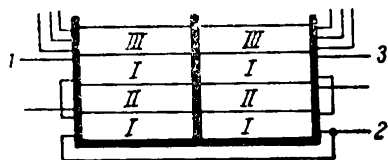


Fig. 32. Așezarea înfășurărilor pe carcasa transformatorului de ieșire și schema lor de conexiune.

Înfășurarea *III* se așază deasupra și este repartizată uniform în toate secțiunile. Conductoarele tuturor înfășurărilor transformatorului trebuie așezate strîns (spiră lîngă spiră), izolînd fiecare strat al înfășurării cu hîrtie parafinată.

Transformatorul de rețea Tr_4 este executat pe tole E12,5 cu grosimea pachetului de 60 mm. Înfășurarea *I* are 690 spire (270 + 30 + 30 + 30 + 30 + 180 + 30 + 30 + 30 + + 30) cu conductor de 0,55 — 0,6 mm; înfășurarea *II* are 2 × 950 spire cu 0,2 — 0,22 mm; înfășurarea *III* are 16 spire cu 0,95 — 1,0 mm și înfășurarea *IV* are 20 spire cu conductor de 1,0 mm.

Bobina de șoc $Lș_1$ (0,45—0,5 H) este executată pe tole de permalloy E6,4 cu grosimea pachetului de 16 mm. Înfășurarea sa conține 1 070 spire cu conductor de 0,2 mm. Tolele de permalloy pot fi înlocuite cu oțel obișnuit de transformator.

Bobina de șoc $Lș_2$ este executată pe tole de oțel E12,5 cu grosimea pachetului de 35 mm, cu întrefier de 0,8—1 mm, avînd 4500 spire cu conductor de 0,3—0,35 mm.

În încheiere, remarcăm că tubul 6Ф5 poate fi înlocuit cu tubul 6Ж7 care se conectează ca triodă (se leagă grila ecran cu grila supresoare și cu anodul).

Montajul III. Un alt amplificator de calitate, destinat reproducerilor radiotransmisiunilor (după receptor), a înregistrărilor pe discuri (de la picup) precum și a înregistrărilor magnetice (după preamplificator), are o putere de

ieșire de 25 W, cu distorsiuni sub 1,5%. Banda de trecere este de 30—10 000 Hz, cu o neuniformitate a amplificării sub ± 1 dB. Sensibilitatea amplificatorului este de 0,12 V. El are regulator de volum cu compensare de ton și reglaj de ton separat pentru frecvențe joase și înalte. Alimentarea se face de la rețeaua de curent alternativ prin intermediul unui redresor, consumul fiind de 170 W.

S c h e m a. Schema principială a amplificatorului este dată în fig. 33. Amplificatorul are trei etaje preamplificatoare cu tuburile T_1, T_2 și trioda din stînga a tubului T_3, un etaj inversor de fază realizat cu trioda din dreapta a tubului T_3, un etaj final în contratimp cu tuburile T_4, T_5, T_6 și T_7 și un redresor realizat cu diodele T_8 și T_9.

Etajele preamplificatoare sînt etaje normale cu cuplaj RC. La intrarea primului etaj, există regulatorul de volum cu compensare de ton R_1, care o dată cu variația nivelului, variază simultan și forma caracteristicii de frecvență a amplificatorului. Micșorarea amplificării la frecvențe medii, necesară în acest caz, se realizează cu ajutorul circuitului C_3R_3 care șuntează o parte din potențiometrul R_1, iar creșterea la frecvențe înalte se realizează cu circuitul de reacție negativă $R_{10}C_5R_2R_3$ și condensatorul C_2. Între primul și al doilea etaj este conectat circuitul de reacție negativă C_6LR_5, în care condensatorul cu capacitate variabilă C_6 servește drept regulator de ton pentru frecvențele înalte. Cel de-al doilea și al treilea etaj sînt legate prin divizorul RC format din rezistențele R_{13}, R_{14}, R_{15}, R_{16}, R_{17} și condensatorul C_{12}, C_{13}, C_{14}. Rezistența variabilă R_{15} servește drept regulator de ton la frecvențe joase. La deplasarea cursorului rezistenței R_{15} în sus, amplificarea la frecvențe joase crește, iar la deplasarea sa în jos, scade.

Etajul inversor de fază este realizat după schema cu autoechilibrare. Tensiunea de joasă frecvență se aplică pe grila triodei din dreapta a tubului T_3 de pe rezistența R_{23}, pe care ia naștere prin curentul diferență al triodelor acestui tub. Pentru obținerea egalității tensiunilor alternative aplicate etajului final în contratimp, rezistența R_{26} trebuie să fie mai mare decît rezistența R_{25}.

În fiecare braț al etajului final lucrează cîte două tetrode cu fascicul dirijat de tipul 6П3С, legate în paralel. Pentru mărirea stabilității de funcționare a amplificatorului se

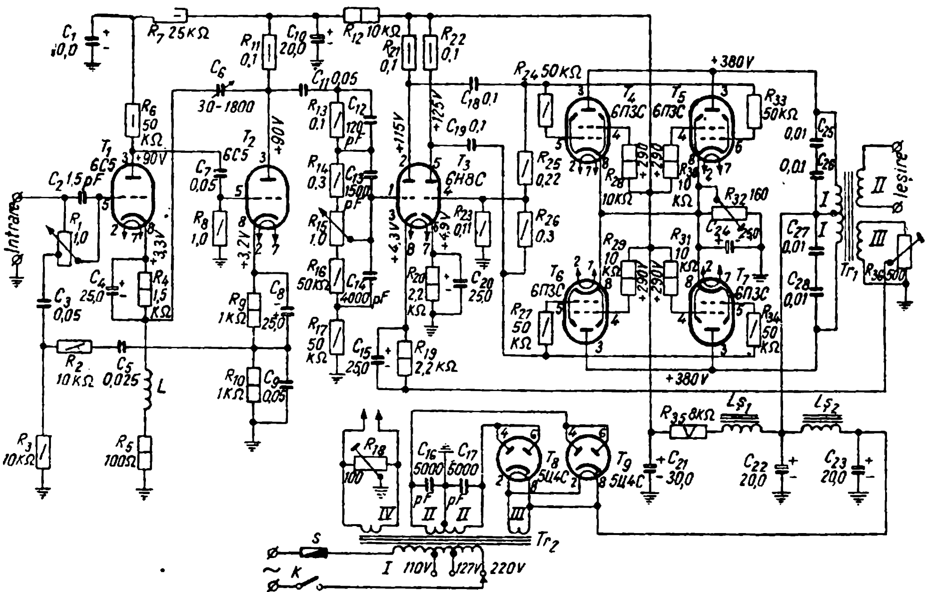


Fig. 33. Schema de principiu a unui amplificator de calitate de 25 W.

conectează în circuitele de grilă ale tuburilor finale rezistențele R_{24}, R_{27}, R_{33} și R_{34}. Tensiunea de negativare se aplică pe grilele de comandă ale tuburilor de pe rezistența R_{32} care se poate varia pentru a se putea stabili regimul de funcționare corectă a tuburilor.

De la ieșirea amplificatorului, se aplică pe catodul triodei amplificatoare din stînga o tensiune de reacție negativă. Potențiometrul R_{36}, de pe care se ia această tensiune, permite reglarea mărimii reacției negative; reglarea se face la punerea la punct a amplificatorului.

Redresorul cu două diode 5Ц4С este realizat după o schemă clasică. Rezistențele R_{35} din circuitul de filtraj micșorează tensiunea continuă de alimentare a circuitelor anodice a primelor trei tuburi amplificatoare și a circuitelor de ecran a tuburilor finale.

Potențiometrul R_{18} din circuitul de încălzire al tuburilor are rolul reducerii zgomotului de rețea; poziția cursorului potențiometrului se stabilește la reglarea amplificatorului, pentru nivelul de zgomot minim.

Construcția și piesele. Amplificatorul și redresorul se montează pe șasiuri metalice separate. Dimensiunile șasiului și un exemplu de așezare pe el sînt date în fig. 34.

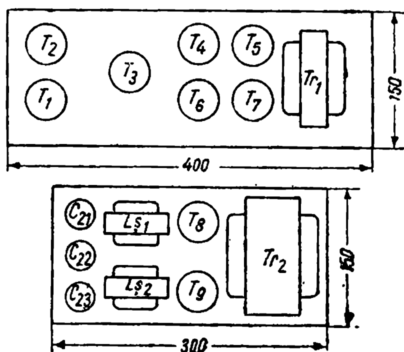


Fig. 34. Exemplu de așezare a pieselor pe șasiul amplificatorului și al redresorului.

Rezistența variabilă R_1 are priză la 0,2 MΩ (socotind de jos). Potențiometrele R_{18} și R_{32} sînt bobinate și pot disipa o putere de ordinul a 5 W. Ele și potențiometrul R_{36} au axul scurt cu crestătură, pentru a se putea regla numai la punerea la punct a amplificatorului.

Toate rezistențele fixe pot avea toleranțe de ±10%.

Condensatorul variabil C_6 (cu dielectric solid), folosit pentru reglarea tonului la frecvențe superioare, poate fi

înlocuit prin mai multe condensatoare fixe de 30, 50, 100, 200, 300, 400, 600, 1 000 şi 1 800 pF, conectîndu-le în schemă cu ajutorul unui comutator.

Condensatoarele C_{25}, C_{26}, C_{27} şi C_{28} trebuie să aibă o tensiune de lucru de circa 500 V.

Inductanţa L de 20 mH are bobinaj „universal". Ea trebuie ecranată cu o foaie de oţel cu grosimea de 2—3 mm. Capetele de conexiune ale acestei bobine trebuie să fie cît mai scurte şi ecranate.

Transformatorul de ieşire Tr_1 are miez pe tole E16, cu grosimea pachetului de 40 mm. Înfăşurarea *I* are 2 × 1 000 spire din conductor de cupru emailat, de diametru 0,26—0,28 mm; înfăşurarea *II* are 4 × 40 spire cu sîrmă de 0,9—1,0 mm; înfăşurarea *III* are 50 spire cu sîrmă de 0,26—0,28 mm. La început se bobinează două straturi ale înfăşurării *II* cu ieşire de la fiecare strat, apoi prima jumătate a înfăşurării *I*, urmează înfăşurarea *III* ale cărei spire sînt aşezate uniform într-un strat şi în sfîrşit cea de-a doua jumătate a înfăşurării *I*, iar pe aceasta se înfăşoară încă două straturi ale înfăşurării *II* cu ieşiri separate. Primul strat (inferior) al înfăşurării *II* trebuie unit în serie cu al treilea strat al acestei înfăşurări, iar al doilea cu stratul al patrulea (superior). Cele două părţi ale înfăşurării *II* obţinute în acest mod se conectează în paralel pentru o sarcină de 2,5 Ω, sau în serie pentru o sarcină de 10 Ω.

Transformatorul de reţea Tr_2 are miezul din tole E20 cu grosimea pachetului de 65 mm. Înfăşurarea *I* are 200 + + 31 + 169 spire cu conductor de 0,8 + 0,8 + 0,6 mm; înfăşurarea *II* are 2 × 629 spire cu sîrmă de 0,3 mm; înfăşurarea *III* are 10 spire cu sîrmă de 1,5 mm şi înfăşurarea *IV* are 12 spire cu sîrmă de 1,4 mm. La început se bobinează înfăşurarea *I*, deasupra acesteia aşezîndu-se ecranul electrostatic format din foiţă de cupru sau aluminiu, sau din sîrmă de cupru emailat, apoi se bobinează în ordine înfăşurările *II*, *III* şi *IV*.

Bobina de şoc $Lş_1$ are miezul din tole E10, cu grosimea pachetului de 20 mm şi cu întrefierul de 0,03—0,06 mm. Înfăşurarea bobinei de şoc are 5 850 spire, cu sîrmă de 0,15 mm (rezistenţa în curent continuu este de 800 Ω).

Bobina de şoc $Lş_2$ are acelaşi miez dar cu întrefier de 0,1—0,15 mm. Înfăşurarea sa are 1 400 spire cu sîrmă de 0,3 mm (rezistenţa în curent continuu este de 46 Ω).

R e g l a r e a. Dacă amplificatorul este executat cu îngrijire conform schemei, reglarea sa se reduce la controlul regimului de alimentare şi la stabilirea după auz a calităţii audiţiei pentru diferite sarcini şi poziţii ale regulatoarelor de ton şi de volum.

Controlul funcţionării amplificatorului se începe din poziţia minimă inferioară a cursorului potenţiometrului R_{36}. Deplasînd cursorul în sus, se stabileşte un grad de contrareacţie astfel încît tensiunea la ieşirea amplificatorului să scadă de 5—7 ori. Apoi toate piesele care influenţează amplificarea se reglează astfel încît pentru tensiunea de intrare de 120 mV şi regulatorul de volum la maximum, tensiunea de ieşire să corespundă puterii nominale de ieşire de 25 W (pentru sarcină de 2,5 Ω rezultă circa 8 V, iar pentru sarcina de 10 Ω, circa 16 V).

Dacă la introducerea reacţiei amplificatorul începe să oscileze (reacţie pozitivă), capetele înfăşurării a *III*-a ale transformatorului Tr_1 trebuie inversate, pentru ca reacţia să devină negativă.

În general, în toate amplificatoarele studiate pînă acum există transformatoare de ieşire care realizează adaptarea difuzorului de mică impedanţă (de ordinul a cîţiva ohmi) la rezistenţa de ieşire (de ordinul kiloohmilor) a tuburilor finale. Acest transformator este organul cel mai costisitor şi cel mai puţin definit. Un bun transformator de ieşire trebuie să aibă o inductanţă primară mare pentru a putea transmite corect frecvenţele joase şi un miez de secţiune suficient de mare pentru ca saturaţia magnetică să nu introducă distorsiuni chiar la frecvenţele cele mai joase.

Inductanţa de scăpări cu capacităţile parazite constituie unul sau mai multe circuite rezonante a căror existenţă impune o limită superioară domeniului de frecvenţe a căror reproducere poate fi asigurată. Frecvenţa de tăiere este cu atît mai ridicată cu cît inductanţa de scăpări şi capacitatea înfăşurărilor sînt mai mici, adică cu cît numărul de spire este mai mic, ceea ce este în contradicţie cu cerinţa unei bune reproduceri a frecvenţelor joase. Aceste condiţii con-

tradictorii nu se pot realiza simultan decît prin compromisuri.

Cunoașterea inductanței primarului și a inductanței de scăpări permite fixarea teoretică a benzii de frecvențe transmise. În practică situația este ceva mai complicată, deoarece la frecvențe joase intervin fenomenele de saturație ale miezului de fier, ceea ce limitează banda, iar la frecvențe ridicate comportarea transformatorului este și mai greu de prevăzut din cauza rețelei foarte complexe formată de inductanțele de scăpări și capacitățile parazite.

Utilizarea unui etaj final în contratimp face posibilă realizarea unei inductanțe a primarului mai mare decît atunci cînd există o premagnetizare a miezului de fier și deci realizarea unui mai bun compromis între inductanța primarului și inductanța de scăpări. Complicațiile legate de utilizarea unui al doilea tub (ceea ce implică un inversor de fază) fac ca montajul să fie ceva mai scump, dar această creștere de preț se justifică pentru receptoare și amplificatoare de clasă prin avantajele pe care le-am văzut la analiza etajelor în contratimp.

Printre alte inconveniente pe care le are utilizarea unui transformator de ieșire putem, de asemenea, cita pierderile de energie (randament 50—80%) și o oarecare distorsiune pe care o introduce, datorită neliniarității curbei de magnetizare a fierului. De asemenea un dezavantaj important este faptul că datorită rețelei electrice echivalente foarte complexe pe care o prezintă în afara benzii de audiofrecvență nu se poate merge cu reacții negative prea importante, decît cu măsuri de precauție speciale. Astfel, pentru a se obține o reacție negativă de 30 dB este necesar ca transformatorul să fie executat foarte îngrijit, ceea ce duce la un preț de cost relativ mare.

Laboratoarele Philips căutînd o soluție la această problemă au ajuns la un montaj foarte diferit de montajele clasice la care transferul de energie se efectuează direct, adică în care tuburile de ieșire alimentează difuzorul fără intermediul unui transformator de ieșire. Suprimînd acest transformator, se elimină un element care nu numai că provoacă distorsiuni și pierderi, dar care este de asemenea destul de costisitor, chiar cînd i se impun performanțe moderate. Prin defazajele pe care le provoacă, transformatorul

nu dă voie să se pună în evidență suficient calitățile contrareacției: ameliorarea curbei de răspuns, reducerea distorsiunilor neliniare și scăderea rezistenței interne.

Montajul folosit este tot un montaj în contratimp însă de formă asimetrică. Impedanța optimă de sarcină este o pătrime din impedanța optimă de sarcină placă — placă a montajului clasic, simetric, cu ieșire echilibrată. În forma asimetrică, tuburile sînt montate în serie, din punct de vedere al alimentării, și în paralel, din punct de vedere al semnalului (fig. 35). Pentru a nu avea dificultăți prea mari la fabricarea bobinei mobile a difuzoarelor s-a căutat să se construiască o nouă pentodă de ieșire (EL86) care poate funcționa sub o tensiune anodică relativ mică, cu un curent anodic ridicat. În acest fel, la aceste pentode s-a obținut o rezistență optimă de sarcină de numai 1 600 Ω (tuburile obișnuite au peste 4 000 Ω). Pentru montajul contratimp asimetric (montajul serie), rezultă o impedanță optimă de 800 Ω, care nu constituie o dificultate esențială pentru fabricarea difuzoarelor. S-au realizat difuzoare chiar de 4 000 Ω, însă acestea sînt foarte fragile și scumpe. Două tuburi EL86 în acest montaj pot furniza o putere de 9 W.

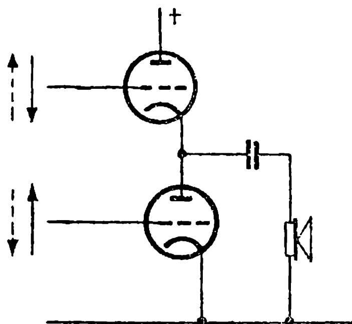


Fig. 35. Etaj final în contratimp de formă asimetrică.

Lipsa unui transformator de ieșire permite să se realizeze montaje în care etajul preamplificator este supus unei reacții potrivite, pe cînd întregul montaj este supus unei contrareacții. Un astfel de montaj este perfect stabil. Distorsiunea totală nu este decît o fracțiune din aceea a etajului preamplificator și este independentă de distorsiunile etajului de ieșire.

V. Amplificatoare de calitate cu două canale

Amplificatoarele studiate pînă acum au fost cu un singur canal. În anumite cazuri, funcţie de difuzoarele pe care le avem la dispoziţie, de preferinţele personale şi de considerente economice, putem utiliza amplificatoare cu două canale. În acest caz, separarea se poate produce fie după amplificatorul de putere, fie înaintea lui.

Folosirea a două canale micşorează distorsiunile de intermodulaţie şi modulaţia de frecvenţă prin efect Doppler, dar mai ales nu permite a se transmite în difuzor decît frecvenţele pe care acesta le poate reda corect, cu un randament bun şi cu rezonanţe parazite suficient de amortizate. Este drept că din cauză că filtrele nu separă net cele două canale în regiunea de tranziţie există o oarecare interferenţă între undele sonore de aceeaşi frecvenţă, provenite de la două surse distincte, ceea ce micşorează în oarecare măsură calitatea reproducerii. De asemenea, este necesar a se echilibra două sau mai multe difuzoare al căror randament şi impedanţă poate să difere. Totuşi, deoarece preţul unui ansamblu de difuzoare de bună calitate, care acoperă în întregime banda de audiofrecvenţă, este inferior în general celui al unui singur difuzor dînd aceleaşi rezultate, se preferă de multe ori soluţia cu două canale.

Ţinem să remarcăm că un bun difuzor care reproduce o bandă largă este în realitate un aparat cu două sau trei canale, separarea făcîndu-se prin mijloace mecanice (con suplimentar) sau electrice (difuzoare coaxiale).

La alegerea unui sistem cu un canal sau două trebuie avut în vedere şi faptul că în cazul a două canale vocea unui spicher ori a unui solist este separată în două părţi în mod cu totul artificial. În cazul unui singur canal, muzica este cea dezavantajată, deoarece orchestra pare că vine dintr-un singur punct plasat în spatele difuzorului, fiind lipsită de spaţialitate. Separarea pe canale dă posibilitatea măririi dimensiunilor sursei sonore, cu toate că nu permite localizarea instrumentelor. Sunetul nu mai vine dintr-un

punct ci din toate direcțiile. Se obține o falsă stereofonie, așa-numita pseudostereofonie. Diferența între ea și adevărata stereofonie este că aceasta din urmă permite determinarea cu precizie a direcțiilor surselor sonore, deci localizarea diverselor instrumente din orchestră sau a mișcării personajelor pe scenă.

Deoarece cea mai mare parte din timp se audiază muzică, și numai foarte puțin vorbă, considerăm că amplificatoarele cu două canale sînt preferabile celor cu un singur canal.

Soluția adoptată poate să constea dintr-un amplificator de putere prevăzut cu filtre separatoare sau din două amplificatoare de putere cu filtre de separare înaintea etajului final. Această a doua soluție dă posibilitatea reglării nivelului relativ al canalelor, însă este relativ mai scumpă.

Energia corespunzătoare frecvențelor audio nu este repartizată uniform în tot spectrul. În muzica orchestrală, în jurul frecvenței de 300 Hz există un maximum de putere. De asemenea, la toate celelalte surse sonore, energia cea mai mare este cuprinsă în componentele de frecvență joasă sau cel mult medie. Din această cauză, amplificatoarele celor două canale trebuie dimensionate diferit. Astfel, dacă frecvența de separație este de aproximativ 400 Hz, amplificatorul frecvențelor înalte trebuie să aibă aproape aceeași energie ca și cel de joase. La o frecvență de tranziție de 1 000 Hz, amplificatorul de frecvențe înalte poate avea o putere de șase ori mai mică decît cel de joase. Pentru frecvențe de tranziție obișnuite (500 la 1 000 Hz), este necesar ca amplificatorul de frecvențe înalte să aibă circa două treimi din puterea celui de joase.

În cazul a trei canale, amplificatorul de frecvențe joase și de medii se dimensionează conform celor indicate anterior, iar cel de frecvențe înalte (peste 4 000—6 000 Hz) nu va avea decît o putere foarte mică.

Cele spuse pentru amplificatoare sînt valabile și pentru difuzoare, în cazul în care separarea canalelor se face după transformatorul de ieșire. Astfel, la o frecvență de separație de 1 000 Hz, în combina muzicală „Electronica" se folosește un difuzor de 12,5 VA pentru redarea frecvențelor joase și două difuzoare eliptice de 1 VA fiecare, pentru redarea frecvențelor înalte.

Montajul I. Amplificatorul cu două canale, ce se de scrie în continuare, conține tuburile 6H9C (preamplificato pentru reproducerea înregistrărilor pe discuri și primul eta de amplificare al canalului de frecvențe audio înalte) 6H8C (două etaje de amplificare comune), 6П6C (etaj ampli ficator de ieșire al canalului de frecvențe înalte, 6H8C (pri mul etaj de amplificare al canalului de frecvențe joase ș etajul inversor de fază) și două 6C4C (etajul de ieșire ī contratimp pentru frecvențe joase). Amplificatorul este ali mentat de la rețeaua de curent alternativ prin intermediu unui redresor cu seleniu.

Amplificatorul are o bandă de frecvențe cuprinsă într 40 și 16 000 Hz cu o neuniformitate mai mică de ± 1 dB Puterea totală la frecvența de separare diferă de putere la frecvența medie a fiecărui canal cu mai puțin de 0,5 dB Puterea de ieșire a canalului de frécvențe inferioare est de 6 W cu distorsiuni armonice de 1%, iar a canalului d frecvențe superioare de 4 W cu distorsiuni de 1,5%. Sen sibilitatea la intrarea „radio" este egală cu 150 mV, iar l intrarea „PU". cu 30 mV. Limitele de reglare a tonului l regulatorul de frecvențe joase este de 28 dB la 50 Hz și d 2 dB la frecvența de 1 000 Hz, iar a regulatorului de frec vențe înalte de 26 dB la frecvența de 10 000 Hz și de 2 dI la frecvența de 1 000 Hz.

S c h e m a. Schema principială a amplificatorului est dată în fig. 36.

În cazul funcționării cu radioreceptor, tensiunea de joasă frecvență se aplică pe grila de comandă a triodei di stînga a tubului T_2; la reproducerea înregistrărilor de p disc, doza electromagnetică se conectează printr-o rețea d corecție la un etaj de amplificare suplimentar, realizat c trioda din stînga a tubului T_1. Trecerea de la un mod d funcționare la altul se face cu ajutorul comutatorului K_2

Necesitatea unui etaj de amplificare suplimentar est determinată de faptul că pentru reproducerea de înaltă cali tate a înregistrării de pe discuri cu ajutorul dozei electro magnetice, se impun filtre de corecție. În acest caz, ten siunea de frecvență joasă la ieșirea filtrului devine insu ficientă pentru obținerea puterii de ieșire nominală, făr etaj de amplificare suplimentar. Filtrul de corecție const din rezistențele R_1—R_6 și condensatoarele C_1—C_6.

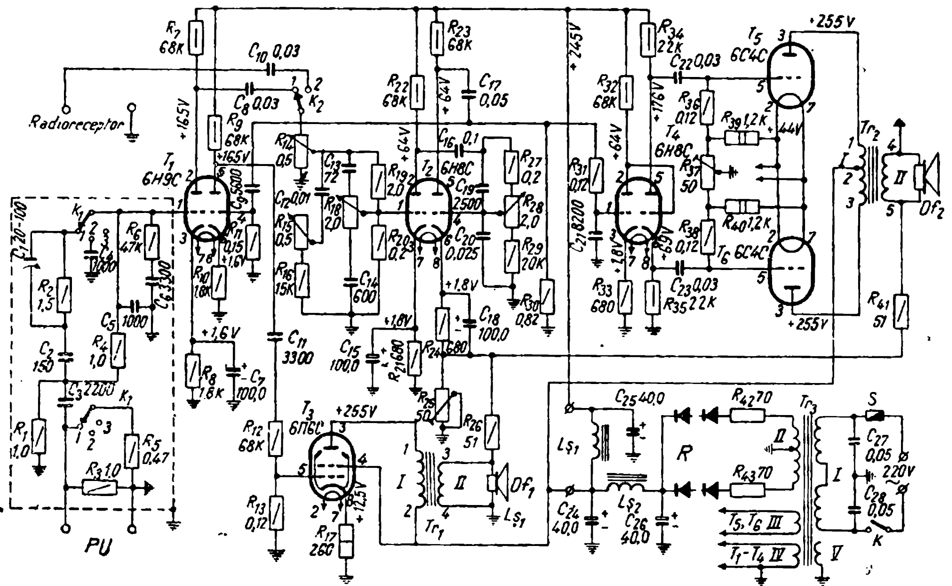


Fig. 36. Schema de principiu a unui amplificator cu două canale.

Amplificatorul are regulator de volum compensat, for mat din rezistențele variabile R_{14} și R_{15}, cuplate mecanic După regulatorul de volum este conectat regulatorul pentr frecvențe superioare, compus din condensatorii C_{13} și C_1 și rezistențele R_{18} (variabilă), R_{19} și R_{20}. Regulatorul d frecvențe joase, format din condensatoarele C_{19} și C_{20} ș rezistențele R_{27}, R_{28} (variabilă) și R_{29}, este conectat î circuitul anodic al triodei din stînga a tubului T_2.

Separarea frecvențelor acustice se face în circuitul anodi al triodei din dreapta a tubului T_2.

În canalul de amplificare al frecvențelor superioare func ționează trioda din dreapta a tubului T_1 și tetroda cu fas cicul T_3. Capacitatea mică a condensatoarelor de cupla C_9 și C_{11} nu permite trecerea prin acest amplificator a frec vențelor audio joase.

Amplificatorul canalului de frecvențe joase funcționeaz cu tuburile T_4, T_5 și T_6. Filtrul realizat cu rezistența R_3 și condensatorul C_{21} la intrarea acestui amplificator ate nuează frecvențele acustice superioare.

Tensiunea de reacție negativă a amplificatoarelor s aplică de la ieșirile lor în circuitul catodic al părții di dreapta a tubului T_2. Deoarece fazele acestor tensiuni sîn diferite, întreg amplificatorul este dirijat de faza acelu canal care pentru frecvența dată dă o amplificare mai mare Datorită acestui fapt se asigură divizarea netă a spectrulu de frecvențe; caracteristicile de frecvență în domeniul d separare au pante mari.

Redresorul R, legat cu rețeaua de curent alternativ prin transformatorul de rețea Tr_3, are rolul alimentării tuturor tuburilor amplificatorului. Tensiunea redresată cu ajutorul a două grupuri de seleniu este filtrată cu două celule for mate din bobinele $Lș_1$ și $Lș_2$ și condensatoarele C_{24}, C_{2} și C_{26}. Filamentele tuburilor T_1, T_2, T_3, T_4 și ale tubu rilor T_5, T_6 se alimentează de la două înfășurări separate ale transformatorului de rețea.

M o n t a j u l ș i p i e s e l e. Amplificatorul (fără redresor și filtru de corecție) este montat pe un șasiu cu dimensiunile de 310 × 160 × 40 mm, executat din tablă de oțel cu grosimea de 1 mm. Aspectul general al amplifi catorului gata montat este cel din fig. 37.

Montajul amplificatorului trebuie să fie făcut pe cît posibil cu fire scurte, directe. Rezistențele și condensatoarele fixe se recomandă să se monteze pe o plăcuță specială din material izolant cu cose fixate pe ea și să se așeze astfel

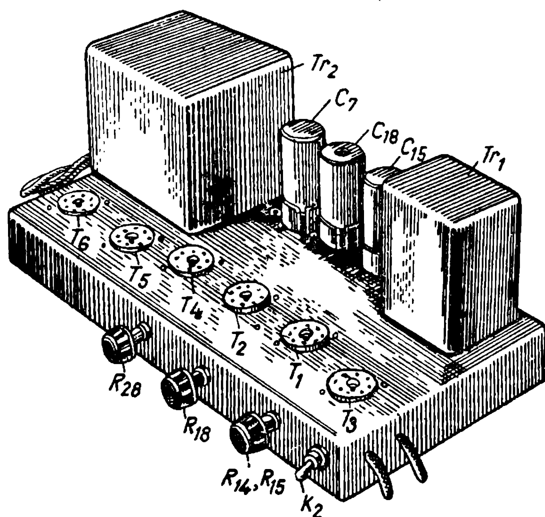


Fig. 37. Aspectul general al amplificatorului cu două canale.

încît să fie cît mai aproape de tuburile la care trebuie conectate.

Filtrul de corecție este executat separat și se așază lîngă doza de picup. Piesele sale sînt închise într-un ecran cu dimensiunile de 60 × 60 × 40 mm, făcut din tablă albă. Acest filtru este legat de amplificator printr-o bucată de cablu coaxial de înaltă frecvență de tipul PK-1, cu lungimea sub 1 m.

Redresorul este făcut de asemenea pe șasiu separat.

Transformatorul de ieșire al amplificatorului de frecvențe înalte (fig. 38) are miezul din tole E 12,5 așezate într-un pachet cu grosimea de 15 mm. Izolația între straturi este realizată cu hîrtie de condensator cu grosimea de 0,1 mm. Înfășurarea *I* a acestui transformator are 600 spire cu conductor de 0,31 mm diametru (cinci straturi cu cîte 120 spire fiecare), iar înfășurarea *II* are 88 spire cu sîrmă

de 0,64 (patru secțiuni cu cîte 22 spire fiecare). Secțiunile înfășurării *I* sînt montate în serie, iar ale înfășurării *II* în paralel. Înfășurarea *II* este calculată pentru un difuzor cu o impedanță de 2 Ω.

Transformatorul de ieșire al amplificatorului de frecvențe joase Tr_2 (fig. 38) fără întrefier pe tole E 16, are mie-

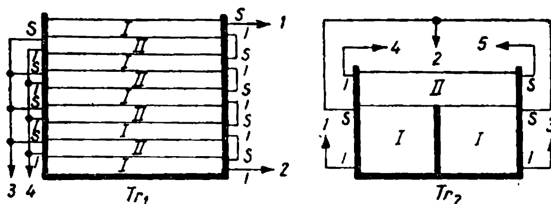


Fig. 38. Modul de așezare a înfășurărilor transformatoarelor de ieșire.

zul așezate în pachet cu grosimea de 38 mm. Înfășurarea *I* a acestui transformator are două secțiuni cu cîte 1 000 spire din conductor de 0,38 mm, bobinate în sensuri opuse. Înfășurarea *II*, calculată pentru un difuzor cu impedanță de 2 Ω, conține 38 spire cu conductor de 1,1 mm.

La bobinarea transformatoarelor de ieșire, spirele trebuie așezate în rînduri drepte. După asamblare, se recomandă ca transformatoarele să fie impregnate în parafină fierbinte sau cerezină. În afară de aceasta, pentru a fi protejate de deteriorări mecanice și mai ales de fluxuri magnetice perturbatoare, ele trebuie închise în carcase metalice.

Transformatorul de rețea Tr_3 este bobinat pe tole E 20 cu grosimea pachetului de 60 mm. Înfășurarea *I* are 264 + + 264 spire din conductor de 0,64 mm, iar înfășurarea *II*, 700 + 700 spire din conductor de cupru emailat de 0,35 mm. Înfășurările *III* și *IV* au cîte 16 spire cu sîrmă de 1,1 mm, iar înfășurarea *V* (ecran electrostatic) are un singur strat cu sîrmă de 0,35 mm. Acest transformator este dimensionat cu o oarecare rezervă de putere, pentru ca de la redresor să poată fi alimentat o dată cu amplificatorul și un receptor cu mai multe tuburi.

Bobina de șoc $Lș_1$ are miezul din tole E10 cu grosimea pachetului de 20 mm, cu întrefier de 0,05 mm și înfășurarea

cu sîrmă de 0,15 mm, bobinată pînă ce se umple întreaga carcasă.

Bobina de șoc $Lș_2$ cu înfășurarea din sîrmă de 0,35 mm (pînă ce se umple carcasa) are miezul din tole E12,5 cu grosimea pachetului de 26 mm și întrefier de 0,2 mm.

Cele două elemente de seleniu ale redresorului R au fiecare cîte 20 șaibe cu diametrul de 45 mm.

R e g l a r e ș i p u n e r e l a p u n c t. Amplificatorul se poate regla bine numai cu ajutorul unui generator și voltmetru electronic de audiofrecvență și cu un instrument universal.

La început se verifică regimul de funcționare al tuburilor electronice. Tensiunile pe electrozii tuburilor se măsoară cu circuitul de reacție negativă deconectat (R_{26} și R_{41}) și cu intrările amplificatorului în scurtcircuit. Tensiunile indicate pe schemă sînt măsurate cu un voltmetru electronic de curent continuu, cu rezistența de intrare de 12 M Ω. În cazul unui instrument universal care are o impedanță de intrare mai mică și deci un consum mai mare, tensiunile măsurate pe anozi vor fi în general ceva mai mici.

Se face apoi echilibrul static al etajului de ieșire al canalului de frecvențe joase. Pentru aceasta, se conectează în paralel cu înfășurarea I a transformatorului Tr_2 un voltmetru de mare rezistență de curent continuu, cu sensibilitatea mai bună de 3 V pe întreaga scală, iar cursorul rezistenței variabile R_{37} se așază în poziția pentru care tensiunea între anozii tuburilor T_5 și T_6 este nulă. Dacă chiar pentru pozițiile de capăt ale cursorului acestei rezistențe etajul nu se echilibrează, trebuie înlocuit unul din tuburile 6C4C. Echilibrarea trebuie repetată după fiecare înlocuire a tuburilor, precum și după 150—200 ore de funcționare a amplificatorului.

Se verifică după aceea funcționarea amplificatorului, cu difuzoarele conectate și fără circuitele de reacție negativă, aplicînd de la generatorul de audiofrecvență o tensiune mai mică de 2 V. Se variază frecvența și se citește tensiunea la ieșire, ridicîndu-se în acest mod caracteristicile de frecvență ale canalului de frecvențe joase și înalte. Acestea trebuie să fie asemănătoare cu caracteristicile de frecvență reprezentate prin linii punctate în fig. 39.

Stabilind valoarea rezistenței R_{25} la 7 Ω, conectînd pe difuzorul Df_2 voltmetrul electronic de curent alternativ și aplicînd de la generatorul de audiofrecvență tensiunea minimă, se conectează în schemă circuitul de reacție negativă cu rezistența R_{41}. Dacă tensiunea de reacție se aplică

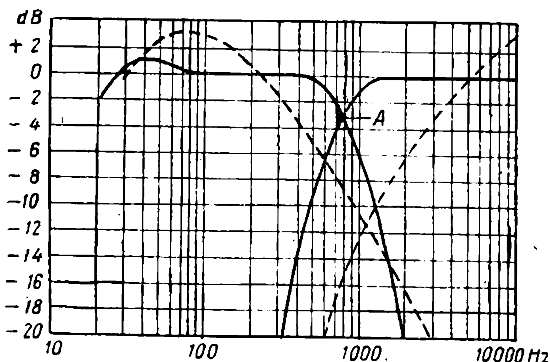


Fig. 39. Caracteristicile de frecvență ale amplificatorului cu două canale:
---fără reacție
——cu reacție.

cu faza corectă, tensiunea la ieșirea amplificatorului scade de cîteva ori. În același mod, conectînd la difuzorul Df_1 voltmetrul electronic și legînd circuitul de reacție negativă cu rezistența R_{26}, se verifică amplificatorul de frecvențe înalte.

După ce ne-am convins de buna funcționare a canalelor amplificatorului, trebuie să alegem definitiv valoarea rezistenței R_{25} care determină gradul de contrareacție. Pentru aceasta trebuie controlate caracteristicile de frecvență ale amplificatorului, separat pe canalele de frecvențe joase și înalte. Ele trebuie să corespundă caracteristicilor reprezentate în fig. 39 cu linii continui. Dacă caracteristicile de frecvență nu sînt suficient de liniare, trebuie crescut puțin gradul de contrareacție, prin mărirea rezistenței R_{25}. Gradul de reacție negativă la frecvențele limită ale gamei audio trebuie să fie de 18—20 dB.

După ce se obțin caracteristicile de frecvență corespunzătoare, este necesar a se compensa amplificarea pe canale.

În acest scop se aplică de la generatorul de audiofrecvență pe grila triodei din dreapta a tubului T_2 o tensiune cu frecvența de 400 Hz, pînă se stabilește la ieșirea canalului de frecvențe joase o tensiune de 1 V.

Apoi, fără a schimba tensiunea aplicată, se crește frecvența pînă la 5 000 Hz și se măsoară tensiunea la ieșirea canalului de frecvențe înalte, care trebuie să fie de asemenea de 1 V. Egalitatea celor două tensiuni se obține alegînd mărimea rezistenței R_{12}.

Metoda indicată de compensare a amplificării pe canale este aplicabilă pentru impedanțe identice ale difuzoarelor. Pentru alte condiții, stabilind la ieșirea canalului de frecvențe joase tensiunea de 1 V, tensiunea la ieșirea canalului de frecvențe înalte trebuie să fie egală cu $\sqrt{Z_s/Z_j}$, unde Z_s este impedanța difuzorului de frecvențe înalte, iar Z_j — impedanța difuzorului de frecvențe joase.

Compensînd amplificarea canalelor, se stabilește frecvența de separare care trebuie să fie aproximativ 800 Hz. Dacă punctul de separare (*A* pe fig. 39) este așezat cu mai mult de 3 dB sub valoarea medie a caracteristicilor de frecvență, prin alegerea convenabilă a condensatorului C_{11} se poate varia amplificarea la frecvența de separare.

Corectînd definitiv caracteristicile de frecvență ale amplificatorului, trebuie verificată funcționarea regulatoarelor de ton. Pentru aceasta, generatorul de audiofrecvență, acordat pe frecvența de 60 Hz, este legat la intrarea „radio", iar la ieșirea amplificatorului de frecvențe joase se conectează voltmetrul electronic de curent alternativ. Stabilind apoi regulatorul de ton de frecvențe joase (rezistența R_{28}) în poziția creșterii maxime a acestor frecvențe, cu ajutorul regulatorului de volum (R_{14} și R_{15}) se obține la ieșirea amplificatorului tensiunea de 2 V. Apoi același regulator de ton este trecut în poziția amplificării minime a frecvențelor joase. În acest caz, tensiunea la ieșirea amplificatorului trebuie să se micșoreze pînă la 0,1 V. Prin aceeași metodă, însă aplicînd de la generatorul audio tensiunea de 10 000 Hz și trecînd voltmetrul electronic pe cealaltă ieșire a amplificatorului, se verifică funcționarea regulatorului de ton la frecvențe înalte (rezistența R_{18}). La frecvența de 1 000 Hz, aducînd regulatoarele de ton în orice poziție,

tensiunea de ieșire a amplificatoarelor nu trebuie să varieze cu mai mult de 15%.

Nivelul de zgomot se verifică pentru intrările amplificatorului scurtcircuitate, cu regulatoarele de ton și volum în pozițiile maxime și comutatorul K_2 trecut în poziția *1*. Tensiunea de zgomot măsurată cu voltmetrul electronic la ieșirea amplificatorului de frecvențe joase trebuie să fie sub 0,020 V, iar la ieșirea amplificatorului de frecvențe înalte — sub 0,015 V. Nivelul de zgomot ridicat poate fi determinat de filtrajul insuficient al tensiunii anodice, de tuburi proaste, precum și de influența curentului alternativ asupra circuitelor de grilă a tuburilor din primele etaje de amplificare. În amplificatorul bine reglat, zgomotul de fond nu trebuie să fie auzit la o distanță de 10—15 cm de difuzor.

După reglare, amplificatorul trebuie controlat la reproducerea radiotransmisiilor și a înregistrărilor pe discuri.

Montajul II. Amplificatorul ce se descrie constituie partea de audiofrecvență a combinei muzicale „Electronica“, care reprezintă atît din punct de vedere electric și acustic cît și din punct de vedere constructiv o realizare cu desăvîrșire nouă a industriei electronice din țara noastră. Amplificatorul alimentează cu energie de audiofrecvență un sistem acustic complex compus din cinci difuzoare și poate fi excitat de trei surse de program: magnetofon, picup și radioreceptor.

Zgomotul de fond de circa 50 dB sub puterea nominală și puterea de ieșire de 10 W cu distorsiuni neliniare mai mici de 1,2% asigură în cele mai bune condiții audiția pasajelor muzicale cu dinamică mare (care conțin pianissimo și fortissimo). Amplificatorul este prevăzut cu reglaj de volum, reglaj de ton continuu, separat și independent pentru frecvențe joase și frecvențe înalte, și cu un registru de ton acționat cu ajutorul unui comutator-claviatură. Astfel se pot obține caracteristici de frecvență adecvate diferitelor genuri de program, precum și anumitor combinații ale lor. Cele patru poziții ale registrului de ton sînt: orchestră, bas, jazz și vorbă. Sensibilitatea amplificatorului este de circa 120 mV, iar impedanța de ieșire în jurul a 6 Ω.

S c h e m a. În fig. 40 se vede schema de principiu a amplificatorului, care este realizat cu tuburi din seria europeană novală: EABC80, ECC83, 2 × EL84, EZ81. Primul tub funcționează ca preamplificator. La intrarea lui se poate conecta cu ajutorul unui comutator radioreceptorul sau picupul. Legătura cu magnetofonul este realizată printr-o mufă cu trei contacte, care permite fie înregistrarea benzilor magnetofonului de la radio sau picup (prin contactul *1*), fie redarea benzilor înregistrate (prin contactul *3*). Circuitul $R_{57} C_{74}$ compensează scăderea frecvențelor înalte datorită capacității cablelor de legătură. De asemenea, grupului $R_{58} R_{59}$, care formează un divizor necesar pentru a nu intra cu o tensiune prea mare pe magnetofon, i s-a asociat condensatorul C_{95} care produce aceeași compensare ca mai sus.

Negativarea tubului EABC80 se produce prin curenți de grilă și de aceea s-a introdus o rezistență mare în circuitul acestuia. În rest, tubul funcționează ca amplificator normal cu cuplaj RC.

Între primul și cel de-al doilea etaj există două circuite cu funcții distincte bine definite. Primul circuit, format dintr-o serie de rezistențe și capacități și care înglobează potențiometrele R_{24} și R_{32}, dă posibilitatea unei reglări continue a amplificării la frecvențe joase și înalte și deci permite modificarea timbrului unui program oarecare. În poziția de sus a potențiometrului R_{24}, frecvențele joase trec fără nici o greutate spre grila primei secțiuni a tubului ECC83. În poziția de jos, frecvențele joase sînt atenuate, în schimb frecvențele înalte pot trece mai departe în mod nestingherit prin condensatorul C_{63}. Dacă cursorul potențiometrului R_{32} este în poziția de sus, atunci ele pot ajunge la grila celui de-al doilea tub. Dacă cursorul potențiometrului R_{32} este în poziția de jos, atunci frecvențele înalte sînt scurtcircuitate la masă și deci în acest domeniu caracteristica de frecvență cade repede. În fig. 41 sînt date caracteristicile de transfer funcție de frecvență ale circuitului respectiv, pentru cele două poziții extreme ale cursoarelor potențiometrelor R_{24} și R_{32}.

Cel de-al doilea circuit format din rezistențele R_{36}, R_{37}, R_{38} și condensatoarele C_{70}, C_{72}, C_{73} formează o punte dublu *T* acordată pe o frecvență de circa 25 Hz. Această punte

are rolul de a atenua foarte mult frecvențele aflate sub 35—40 Hz, pentru ca zgomotul dat de mișcarea pe verticală a dozei picupului să nu mai fie perceptibil.

Prima triodă a tubului ECC83 amplifică normal semnalele ce sosesc pe grila acestui tub. Pe catod se introduce o parte din tensiunea luată din secundarul transformatorului de ieșire cu fază inversă, ceea ce creează o reacție negativă și deci îmbunătățește performanțele amplificatorului. Condensatorul C_{76}, montat în paralel cu rezistența de sarcină R_{39}, intervine numai la frecvențe foarte înalte (peste 30 kHz) și are rolul de a modifica amplificarea și faza în acest domeniu din afara benzii audio. În lipsa acestui condensator se produc oscilații de înaltă frecvență suprapuse peste oscilațiile de foarte joasă frecvență (50—60 kHz cu 2—3 Hz).

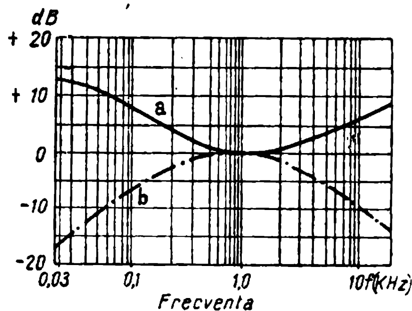


Fig. 41. Caracteristicile de frecvență ale circuitului pentru reglajul de ton:
a — frecvențele joase și înalte ridicate (reglajele de ton la maxim); *b* — frecvențele joase și înalte tăiate (reglajele de ton la minim).

Cea de-a doua triodă a tubului ECC83 este un inversor de fază clasic, cu sarcina distribuită în anod și catod.

Rezistențele R_{49} și R_{50}, din circuitele de grilă ale tuburilor ce lucrează în contratimp în etajul final, au rolul de a preîntîmpina eventualele oscilații ce ar putea lua naștere pe frecvențe ultraînalte. Același rol îl au și rezistențele R_{55} și R_{56} montate în circuitele grilelor ecran. Negativarea tuburilor finale este automată și se realizează prin rezistențele R_{53} și R_{54}.

Din secundarul transformatorului de ieșire se ia o tensiune ce se introduce într-o rețea complexă, al cărui factor de transfer variază cu poziția unor contacte acționate de un comutator claviatură. În acest fel, caracteristica de frecvență a amplificatorului poate fi modificată după dorință. Circuitele din rețeaua de contrareacție, pe diversele

poziții ale comutatorului, se pot vedea într-o formă mai simplă în fig. 42.

Pe poziția „Orchestră", condensatorul de 0,1 μF micșorează contrareacția la frecvențele joase și din această

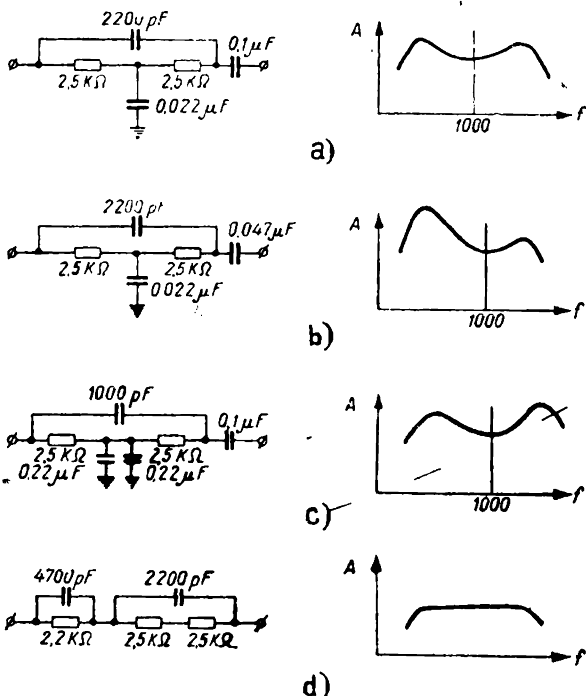


Fig. 42. Circuitele de contrareacție și modificarea caracteristicii de frecvență:
a) — orchestră; b) — bas; c) — jaz; d) — vorbă.

cauză, sub 400 Hz, amplificarea începe să crească. Condensatorul de 22 000 pF micșorează contrareacția la frecvențe înalte și deci, peste 1 500 Hz, caracteristica de frecvență începe să urce. Peste 7 000—8 000 Hz, condensatorul de 2 200 pF începe să favorizeze creșterea contrareacției și deci de aici caracteristica de frecvență începe să cadă. Ridicarea frecvențelor joase și înalte face ca muzica să fie redată mai colorat, cu o mai mare bogăție orchestrală. De altfel, cu

ajutorul potențiometrelor R_{24} și R_{32}, se poate modifica caracteristica de frecvență în sensul măririi sau scăderii amplificării frecvențelor joase și înalte, deci se lasă un foarte mare grad de libertate ascultătorului.

Pe poziția „Bas", se înlocuiește condensatorul de 0,1 μF cu unul mai mic de 0,047 μF. Aceasta face că creșterea frecvențelor joase să înceapă cu o octavă mai sus (de la 800 Hz) și deci frecvențele joase să iasă în relief în mod deosebit.

Pe poziția „Jazz", față de poziția „Orchestră" observăm două doesebiri. Prima este dublarea condensatorului de 22 000 pF, ceea ce duce la o scădere mai accentuată a contrareacției peste 1 500 Hz și deci o ridicare mai pronunțată a acestor frecvențe. A doua deosebire este aceea că micșorarea condensatorului de 2 200 pF la 1 000 pF are ca efect lărgirea benzii de frecvențe reproduse în spectrul superior.

Pe poziția „Vorbă", condensatorul de 0,1 μF este scurtcircuitat și deci frecvențele joase nu mai sînt scoase în relief. De asemenea, prin eliminarea condensatorului de 22 000 pF, caracteristica amplificării se liniarizează și în domeniul frecvențelor înalte. Rezistența de 2,2 k Ω se introduce pentru ca pe cele patru poziții nivelul audiției să nu se schimbe. Condensatorul de 4 700 pF are rolul de a preîntîmpina anumite oscilații ce pot apărea pe frecvențe foarte înalte. Cu aceste modificări, inteligibilitatea crește mult și vorba se aude foarte bine. Tot în acest scop s-a introdus și un contact pe potențiometrul R_{24}, a cărui acțiune echivalează cu aducerea cursorului în poziția de jos și deci atenuarea frecvențelor joase. Prin urmare, pe poziția „Vorbă", acționarea reglajului de ton la frecvențe joase nu mai are nici un efect.

Caracteristicile de frecvență ale întregului amplificator în cele patru poziții și cu reglajele de ton la maxim și la minim se pot vedea în fig. 43. Pentru a scoate în evidență foarte mult frecvențele joase și înalte, se poate apăsa simultan pe clapa de „Jazz" și „Bas". Eficacitatea reglajelor de ton la 100 Hz este de circa 23 dB, iar la 8 kHz de circa 27 dB; aceasta poate fi socotită ca foarte bună; ea dă posibilitatea unei modificări substanțiale a timbrului unui program.

Sub frecvența de 50 Hz, caracteristica de frecvență prezintă o cădere abruptă datorită circuitului de rejecție dublu T.

Sistemul acustic este format dintr-o coloană sonoră în care sînt montate un difuzor de 12,5 VA cu Ø 320 mm și cu

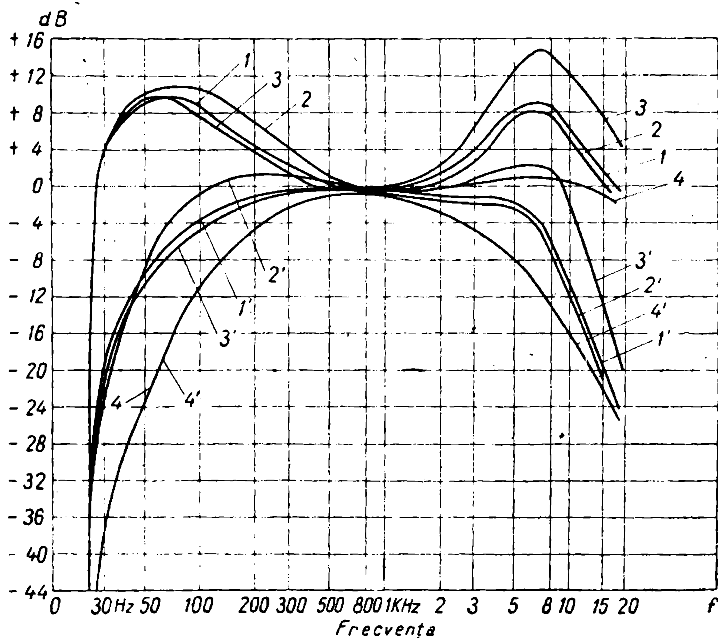


Fig. 43. Caracteristicile de frecvență ale întregului amplificator (Indicele prin arată că reglajele de ton sînt în poziție minimă):
1 — orchestră; *2* — bas; *3* — jazz; *4* — vorbă.

impedanța 6,3 Ω, două difuzoare eliptice de 1 VA cu dimensiunile 100 × 140 mm și cu impedanța 4 Ω și două difuzoare de 2,5 VA cu Ø 186 mm și cu impedanța de 4 Ω. Aceste ultime patru difuzoare sînt așezate simetric două cîte două față de primul difuzor. Se asigură o redare foarte bună atît a frecvențelor joase cît și a celor înalte, prin folosirea unui filtru care canalizează energia spre difuzoare adecvate. Astfel, frecvențele joase sînt canalizate spre difuzorul de 12,5 VA, iar frecvențele medii și înalte spre cele-

lalte difuzoare. Conectarea difuzoarelor poate fi modificată în așa fel încît să se obțină efecte de pseudostereofonie și sunet tridimensional (spațial).

Modul de conectare a difuzoarelor în cele trei poziții ale comutatorului sistemului acustic se poate vedea mai clar în fig. 44.

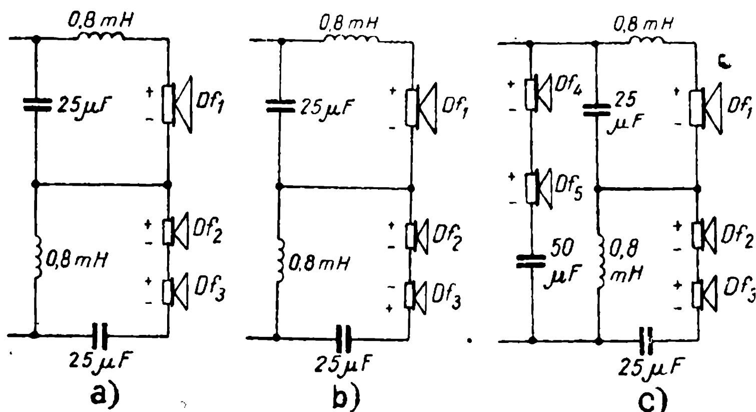


Fig. 44. Modul de conectare a difuzoarelor din sistemul acustic: Df_1 — difuzor circular Ø 320 mm, de 12,5 VA; Df_2, Df_3 — difuzoare eliptice 100 × 140 mm, de 1 VA; Df_4, Df_5 — difuzoare circulare Ø 186 mm, de 2,5 VA;
a — normal; **b** — plastic; **c** — 3D.

În poziția „Normal" sînt contectate la amplificator difuzoarele eliptice care lucrează în fază și difuzorul de 12,5 VA. Filtrul de separare asigură o tăiere de 12 dB/octavă peste și sub frecvența de 1 000 Hz. Frecvențele sub 1 000 Hz sînt canalizate spre difuzorul Df_1, iar cele peste 1 000 Hz spre difuzoarele Df_2 și Df_3. Audiția este obișnuită, sursa părînd că pleacă din mijlocul sistemului acustic.

În poziția „Plastic", cele două difuzoare eliptice Df_2 și Df_3 acționează în antifază. Aceasta produce o separare a surselor sonore după frecvența lor.

În poziția „*3 D*", intră în funcțiune și difuzoarele Df_3 și Df_4, așezate în părțile laterale ale sistemului acustic. Prin reflexiile care se produc pe pereții camerei, sursa so-

noră pare că se lărgeşte foarte mult şi dă impresia unui sunet spaţial.

Acestea sînt posibilităţile foarte variate care se obţin cu ajutorul acestui amplificator.

Grupul de alimentare, format dintr-un transformator de reţea (110, 127 şi 220 V) şi o redresoare, se realizează după sistemul obişnuit.

C o n s t r u c ţ i a ş i p i e s e l e. Toate cele trei potenţiometre de reglaj folosite sînt potenţiometre logaritmice de fabricaţie curentă indigenă, avînd valoarea de 1 M Ω. Cele două comutatoare (pentru modificarea caracteristicii de frecvenţă şi a funcţionării sistemului acustic) sînt realizate cu claviaturi mici, cu patru clape, tot din fabricaţie curentă.

Transformatorul de ieşire este realizat cu tole E 14 cu grosimea pachetului de 28 mm. Primarul este format din patru înfăşurări, identice, care se leagă în serie — paralel, iar secundarul din două înfăşurări care se leagă în paralel. Mai întîi se bobinează o pătrime din primar, formată din 1 650 spire cu sîrmă de 0,12 mm. Se întoarce carcasa şi în continuare se bobinează una din înfăşurările secundare formată din 100 spire cu sîrmă de 0,6 mm, în cazul impedanţei de ieşire de 6 Ω. Peste aceasta se mai bobinează două înfăşurări primare şi una secundară, după care se întoarce din nou carcasa şi se aşază ultima înfăşurare primară. Modul de aşezare al înfăşurărilor precum şi schema lor de conexiune se pot vedea în fig. 45. Se remarcă că înfăşurările

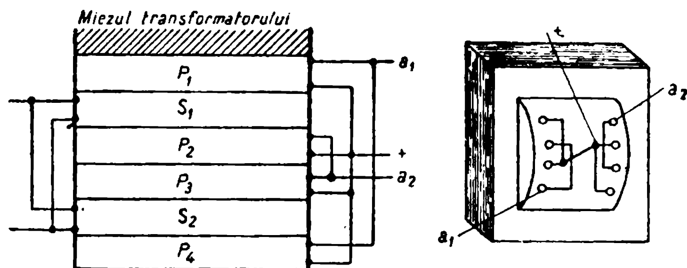


Fig. 45. Modul de aşezare a înfăşurărilor pe carcasa transformatorului de ieşire a unui amplificator de calitate cu 2 × EL84 şi schema lor de conexiune. P_2, P_3, S_1, S_2 se bobinează în sens invers.

P_1 și P_4 se leagă în paralel ca de altfel și înfășurările P_2 cu P_3 și S_1 cu S_2. Deoarece P_2 și P_3 sînt bobinate în sens invers față de P_1 și P_4, sfîrșitul lui P_1 se leagă nu cu începutul lui P_2 ci cu sfîrșitul acestei înfășurări.

Tabela 3

	Primar	Secundar pentru 6 Ω	Secundar pentru 4 Ω
Nr. spire	4 × 1650	2×100	2×82
Diametrul sîrmei mm	0,12	0,6	0,7

Acest transformator de ieșire, cu toate că pentru început prezintă oarecare complicații, permite introducerea unui grad mai mare de contrareacție la amplificator și deci realizarea unor performanțe excelente. Datele pentru diverse impedanțe de ieșire sînt arătate în tabela 3.

Transformatorul de rețea alimentează amplificatorul de joasă frecvență, tuburile radioreceptorului, magnetofonul și picupul. Puterea lui este de circa 160 W. În fig. 46 sînt date toate detaliile de construcție ale acestui transformator, ca număr de spire, diametrul sîrmei etc. Pentru filament există trei înfășurări. Dintr-o înfășurare se alimentează filamentul tuburilor radioreceptorului, al indicatorului optic de acord și beculețele de scală. Din alta se alimentează filamentele tuburilor din amplificatorul de joasă frecvență și al tubului redresor. În sfîrșit din ultima înfășurare se alimentează becurile de semnalizare ale deschiderii capacelor de la magnetofon sau picup.

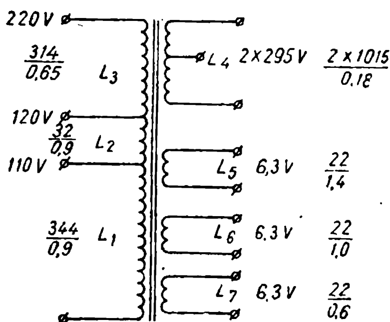


Fig. 46. Transformator de rețea de 160 W, realizat cu tole E 20, cu grosimea pachetului de 34 mm.

Pentru cazul în care nu este necesar să se alimenteze din același transformator și magnetofonul sînt date detaliile de construcții în fig. 47.

Bobinele filtrelor sistemului acustic se execută pe tub de pertinax de 33 mm diametru. Spirele, în număr de 150, cu sîrmă de 1 mm, se așază strat peste strat, formînd o bobină cu secțiunea trapezoidală. Pe primul strat se bobinează 15 spire. Dimensiunile finale ale bobinei sînt aproximativ următoarele: diametru — 58 mm, lungimea — 30 mm.

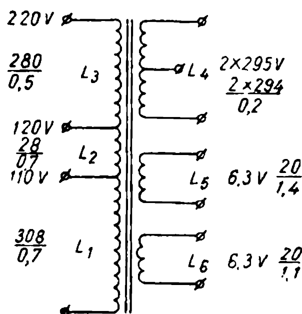


Fig. 47. Transformator de rețea de 100 W, realizat cu tole E 16, cu grosimea pachetului de 45 mm.

Montajul s-a executat pe același șasiu cu radioreceptorul. Grupul de alimentare și claviaturile sînt separate. În fig. 48 este dat un exemplu de așezare a pieselor pe șasiu.

R e g l a r e a. După ce se controlează dacă conexiunile au fost făcute conform schemei, se introduce aparatul în priză și se măsoară tensiunile de alimentare. Dacă amplificatorul intră puternic în oscilație, atunci se inversează bornele secundarului transformatorului de ieșire. Se verifică efica-

Fig. 48. Așezarea pieselor de șasiu.

citatea reglajelor continui de ton și a registrului de ton. Se controlează sensibilitatea și puterea de ieșire. Amplificatorul nu are elemente semireglabile, așa încît reglarea lui se reduce la un simplu control în ceea ce privește corecta respectare a schemei. Se atrage atenția că este necesar a se folosi cablu blindat pentru conexiunile de intrare, pentru a nu capta zgomot de rețea.

VI. Amplificatoare de înaltă fidelitate

Una dintre problemele cele mai importante de care se interesează în momentul de față tehnicienii radio este aceea a construcției aparatelor de înaltă fidelitate.

Eforturile depuse în această direcție au dus la o evoluție rapidă a echipamentului pentru reproducerea sonoră. În ceea ce privește partea electronică (amplificatoarele), în momentul de față s-a conturat ideea că ea trebuie realizată din două părți distincte ca funcțiuni:

— preamplificatorul care poate corecta caracteristica de frecvență a diverselor surse de program sau eventualele defecte ale înregistrării;

— amplificatorul propriu-zis care amplifică cu distorsiuni cît mai mici posibile semnalul deja amplificat și corectat, furnizat de preamplificator.

Aceste două părți pot funcționa pe același șasiu, sau complet separate.

Redarea cu înaltă fidelitate a înregistrărilor de pe disc și magnetofon, a programelor recepționate de un radioreceptor cu modulație de frecvență, sau a programelor captate direct la microfon, presupun pentru etajele de joasă frecvență anumite cerințe speciale, care în parte depășesc mult standardul normal pentru un radioreceptor. Astfel, în ceea ce privește caracteristica în funcție de frecvență, nu este suficient ca curba de răspuns să fie uniformă în domeniul audio (20—18 000 Hz), căci caracteristica de fază nu ar prezenta atunci o alură corectă decît într-un domeniu mult mai restrîns. Dacă unghiul de fază nu este proporțional cu frecvența, atacurile bruște ale muzicii, consoanele dure etc. sînt deformate. Pentru ca faza să nu fie defectuoasă, este necesar ca amplificatorul să aibă o caracteristică de frecvență dreaptă pînă la cel puțin 40 kHz.

Distorsiunile armonice care rezultă din neliniaritatea caracteristicilor tuburilor și a materialelor magnetice modifică timbrul sunetelor reproduse. În amplificatoarele de înaltă fidelitate se admite o distorsiune armonică de maxi-

mum 0,5% la puterea nominală. Ceea ce este mai grav, este faptul că neliniaritatea face să apară sunete străine care nu sînt armonici, ci sînt datorită prezenței a două sau mai multor sunete simultane. Aceasta este așa-numita distorsiune de intermodulație care măsurată cu 400 Hz și 10 kHz, la raportul de amplitudine 4 : 1, nu trebuie să depășească 2% la puterea maximă.

Rezistența internă a etajului de ieșire trebuie să fie mică pentru a amortiza puternic difuzorul, care prezintă o rezonanță mecanică în domeniul frecvențelor joase.

În fine, nivelul de perturbație redus (zgomot de fond, zgomot de rețea) și rezerva de putere pentru redarea vîrfurilor dinamice fără distorsiuni sînt alte performanțe care sînt impuse amplificatoarelor de înaltă fidelitate.

În cele ce urmează vom studia separat cîteva scheme de preamplificatoare și de amplificatoare.

A. Preamplificatoare

Un preamplificator este excitat de diverse surse de program (fig. 49) și deci el trebuie să corecteze deformările produse de acestea. Astfel, în cazul redării unei benzi de magnetofon este necesar ca frecvențele joase să fie ridicate din cauza însăși a principiului de funcționare a unui magnetofon. De asemenea, la redarea discurilor, este necesar

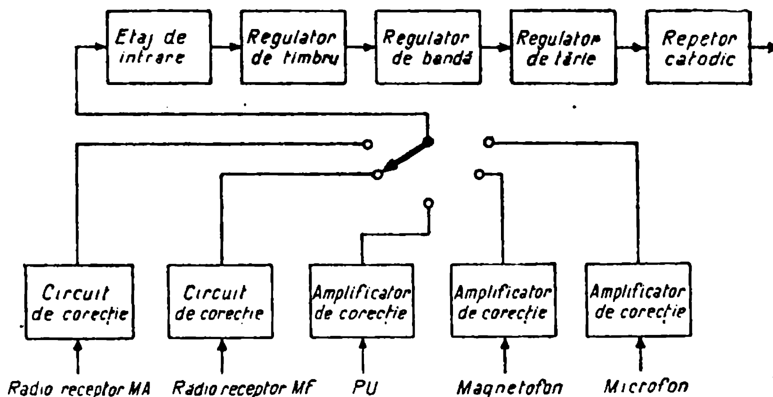


Fig. 49. Schema bloc a unui preamplificator.

să se corecteze deformarea de la înregistrarea acestora, deformare care s-a făcut în mod conștient pentru a evita amplitudini prea mari sau intrarea în zgomotul de fond al discului. Corecția se poate face în capul de redare (doza de picup) sau mai adesea în preamplificator.

Tensiunea corectată este apoi amplificată. De asemenea, pentru a ține seama de condițiile locale de ascultare, se pot introduce modificări ale curbei de răspuns, la alegere, ceea ce duce la necesitatea unui sistem pentru reglarea tonalității (timbrului). În anumite cazuri, este necesar a se modifica banda de trecere a preamplificatorului. Astfel, în cazul redării discurilor este bine ca frecvențele sub 30 Hz să fie atenuate pentru a nu se auzi zgomotele parazite ale motorului și ale mecanismului de antrenare. De asemenea, frecvențele peste 5 000, 7 000 sau 10 000 Hz, funcție de discul utilizat, vor trebui eliminate. În fine, este necesar un reglaj de volum și eventual un etaj repetor catodic pentru a ieși din preamplificator cu o impedanță mică.

În schema bloc din fig. 49 s-au dat elementele care intră în componența unui preamplificator. Bineînțeles că nu toate preamplificatoarele cuprind toate elementele de mai sus.

Vom descrie acum cîteva preamplificatoare care ilustrează mai bine cele spuse mai înainte.

Montajul I. Un montaj realizat cu tuburile EF 86 și ECC83 are patru intrări: microfon, picup, radio *1* și radio *2*. O altă variantă are două intrări pentru microfon, una pentru picup și una pentru radio. Cele patru surse de program se pot cupla alternativ la intrarea preamplificatorului. Sensibilitatea pentru o tensiune de ieșire de 0,7 V este pe intrarea de microfon de 2,5 mV, pe intrarea de picup 7 mV și pe intrarea radio, 80 mV. Distorsiunile armonice ale amplificatorului sînt sub 0,1% la toate frecvențele, pentru tensiuni de ieșire pînă la 0,7 V. Pe poziția microfon și radio, amplificatorul are o caracteristică de frecvență dreaptă (cu reglajele de tonalitate liniare). Pe intrarea de picup se face corecția înregistrării conform curbelor RIAA.

Preamplificatorul are reglaj de ton separat pentru frecvențe joase și înalte, filtre pentru tăierea frecvențelor peste 5, 7 și 10 kHz (la alegere) și un zgomot de fond foarte

redus, realizat printr-o judicioasă așezare a pieselor. Impedanța de intrare pe picup și microfon este de 68 kΩ, iar pe radio de 500 kΩ. Impedanța de ieșire este variabilă de la 1 kΩ la 12 kΩ, funcție de poziția potențiometrului de ieșire.

S c h e m a. În fig. 50 este dată schema de principiu a preamplificatorului, care cuprinde un tub EF86 cu contrareacție selectivă asigurînd două corecții ale discului (microrile și 78 rot/min), urmat de un tub ECC83 formînd etajul de reglaj al tonalității prin contrareacție, urmat de un filtru pasiv de tipul trece jos.

Deoarece microfonul poate fi magnetic sau piezoelectric, sensibilitatea lui poate varia în limite foarte largi. De aceea, s-a prevăzut în circuitul de contrareacție o rezistență variabilă care poate modifica cîștigul primului etaj. În unele cazuri ne putem mulțumi și cu un reglaj fix adoptînd în circuitul de contrareacție o rezistență de 2MΩ.

Reglajul sensibilității intrării radio se obține cu ajutorul unui potențiometru care este montat la intrarea celui de-al doilea tub. Este bine ca valoarea lui să nu depășească 500 kΩ, căci în acest caz intervine capacitatea cursor-masă care produce distorsiuni.

Datorită celor trei potențiometre de reglaj, este posibilă o egalizare a nivelelor date de cele trei surse, cel dat de picup fiind luat ca referință.

Foarte multe preamplificatoare sînt prevăzute cu o corecție fiziologică pentru curbele Fletcher. Într-adevăr la nivele absolute slabe, este necesar să se aducă o corecție frecvențelor joase, dacă se dorește să se păstreze iluzia unei înalte fidelități. Curbele din fig. 51 sînt interesante din acest punct de vedere, căci determină legea de corecție, dacă se ia ca referință nivelul la 1 000 Hz. Ele au fost deduse din curbele de senzație auditivă, care au fost suprapuse la 1 000 Hz. Se constată că acest tip de curbe se obțin greu cu celule simple *RC* care au o pantă limitată la 6 dB/octavă. Din această cauză, la schema analizată s-a adoptat un compromis. S-a fixat astfel o curbă mijlocie de accentuare a frecvențelor joase și, prin jocul reglajului de tonalitate, se poate completa totdeauna această corecție. Curba aceasta se poate introduce cu ajutorul unui circuit care se conectează sau se deconectează printr-un întreru-

Fig. 50. Schema de principiu a unui preamplificator realizat cu tuburile EF86 și ECC83.

pător basculant dublu. Se produce de asemenea o mică accentuare şi a frecvenţelor înalte.

Soluţiilor propuse pentru compensarea automată legată de reglajul de volum (potenţiometru cu priză) li s-au adus

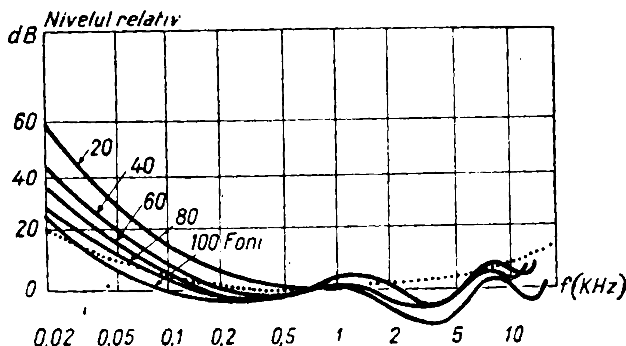


Fig. 51. Curbele teoretice ale amplificatorului pentru corecţia Fletcher.

anumite critici îndreptăţite. Într-adevăr, nici o soluţie definitivă nu poate fi admisă, pentru că intervine randamentul difuzoarelor la frecvenţe joase, localul în care se ascultă şi chiar urechea însăşi, şi deci nu se poate lua un nivel de referinţă acustic bine stabilit.

Reglajul de tonalitate se efectuează pentru frecvenţe înalte cu ajutorul unui circuit de reacţie, iar pentru frecvenţe joase cu ajutorul unei rezistenţe (variabile) în paralel cu un condensator. În fig. 52 se dau curbele de eficacitate a reglajului de ton cu frecvenţa şi cu unghiul de deschidere al potenţiometrelor. Trebuie precizat că potenţiometrul pentru frecvenţe înalte este logaritmic invers.

Filtrul de tăiere a frecvenţelor înalte este format dintr-o celulă П a cărei bobină este şuntată de o capacitate, ceea ce face să se mărească panta de atenuare.

C o n s t r u c ţ i a ş i p i e s e l e. Piesele preamplificatorului se pot monta pe un şasiu separat sau împreună cu amplificatorul de putere. Conexiunile se aduc la masă într-un singur punct pentru fiecare tub.

Bobina de şoc a filtrului se realizează pe tole E 6,4 cu o grosime a pachetului de 13 mm. Se bobinează 1 200 spire cu sîrmă cu diametrul de 0,22 mm, scoţînd prize la 850 şi 1 010 spire.

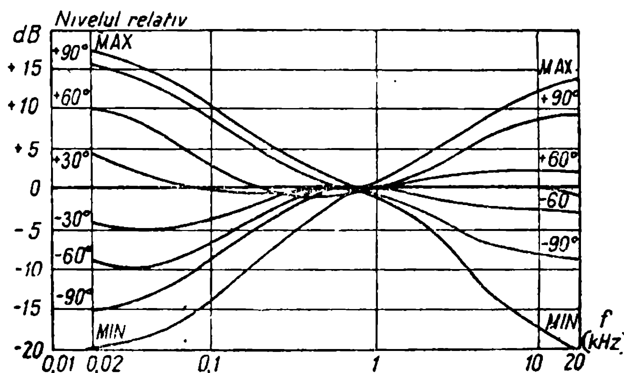


Fig. 52. Curbele reglajului de ton funcţie de frecvenţă şi de unghiul de deschidere al potenţiometrelor.

Montajul II. Schema unui alt preamplificator, realizat cu două tuburi EF86, este dată în fig. 53. Cele patru intrări (microfon, radio, picup cristal şi picup dinamic) pot fi comutate pe grila primului tub, cu ajutorul unui comutator claviatură cu patru clape (claviatura de la aparatul „Junior" de exemplu). Sensibilitatea, pentru o tensiune de ieşire de 250 mV, este de 150 mV pentru intrare de picup cristal, 5 mV pentru microfon şi picup dinamic şi 250 mV pentru radio.

La primul etaj există reţele de contrareacţie selective, comutabile, care fac ca funcţie de sursa de program să avem sensibilităţi şi caracteristici de frecvenţe diferite. Astfel, se poate corecta curba de la înregistrarea pe disc.

După cel de-al doilea etaj, se poate conecta o reţea de reglaj de tonalitate care poate fi aceea folosită în schema din fig. 40 sau mai bine cea dată în fig. 54, a cărei eficacitate se vede din curbele alăturate.

Montajul III. Un alt amplificator care conţine două tuburi ECC83 se poate vedea în fig. 55. Etajul de intrare este destinat preamplificării şi corecţiei discurilor. Selec-

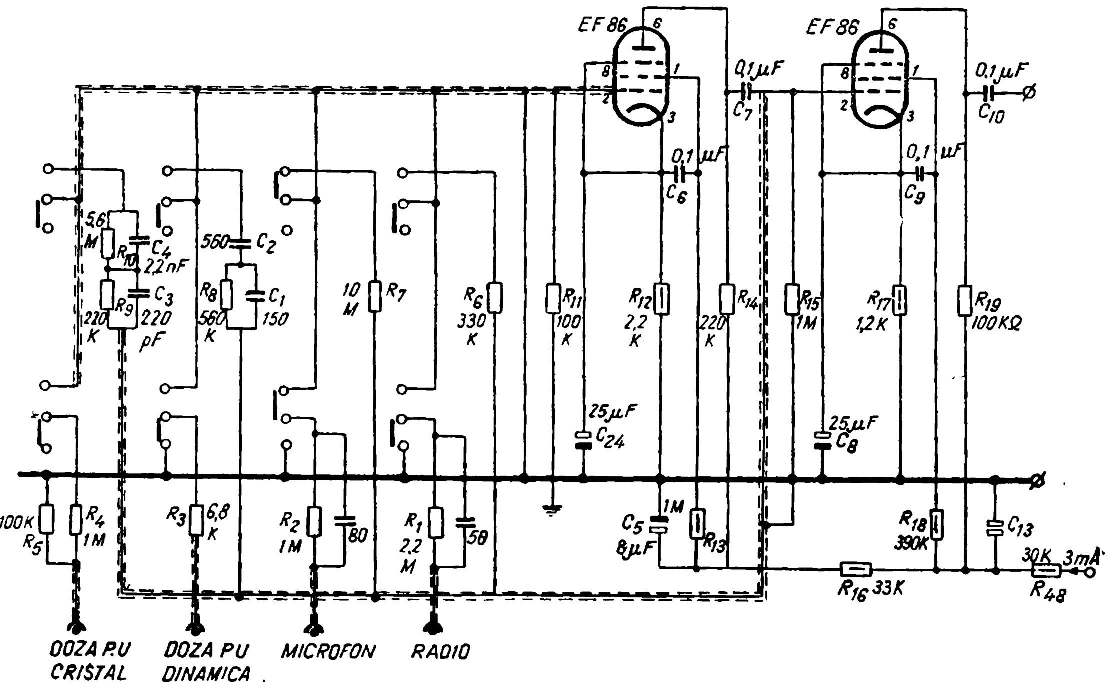
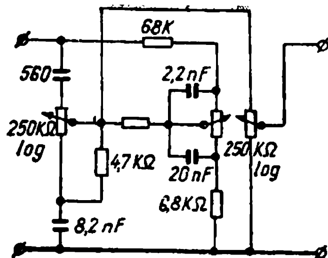


Fig. 53. Schema de principiu a unui preamplificator realizat cu două tuburi EF86.



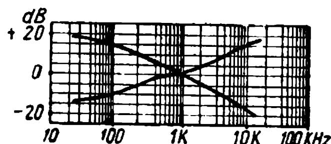


Fig. 54. Reţea de reglaj de ton.

Fig. 55. Schema de principiu a unui preamplificator realizat cu două tuburi ECC83.

torul de intrare asociat modifică caracteristica de frecvență a etajului în funcție de sursa aleasă. Cu cel de-al doilea tub, care este precedat de reglajul de volum, se modifică la alegere caracteristica de frecvență a preamplificatorului.

S c h e m a. În fig. 56 se prezintă schema de principiu a etajului de intrare, redusă la elementele necesare explicării funcționării sale. Etajul este constituit din două triode montate în cascadă, ceea ce asigură un cîștig ridicat și permite o contrareacție de tensiune puternică de la placa celei de-a doua triode la catodul primei triode. Rețeaua de contrareacție Z poate fi formată dintr-o simplă rezistență sau din celule RC în scopul obținerii compensării caracteristicii de înregistrare a discului sau a benzilor de magnetofon. O reacție pozitivă este aplicată de la catod la catod prin rezistența de 100 kΩ, în scopul obținerii unei amplificări mai mari, ceea ce face posibil aplicarea unui mare grad de contrareacție cu o bună stabilitate și o caracteristică de frecvență independentă de parametrii tubului.

În fig. 57 se arată detaliat natura rețelei de contrareacție și caracteristicile de frecvență teoretice ce se obțin. Se observă că pentru picup avem trei caracteristici de frecvență, funcție de discul utilizat (micro sau 78 rot/min) și de fabrica producătoare.

Rezistența de 10 kΩ de pe grilă realizează un oarecare filtraj al componentelor de înaltă frecvență care, în apropierea emițătoarelor, perturbă intrările de mare sensibilitate. Celula de filtraj este compusă din această rezistență și capacitatea de intrare a tubului. De asemenea, rezistența limitează riscul de acroșare.

Intrarea de picup de nivel ridicat este obținută printr-un simplu divizor de tensiune. Rezistența de 330 kΩ nu trebuie să aibă suflu, deci se va alege în consecință.

Etajul folosit pentru reglajul de tonalitate se aseamănă cu cel din fig. 50. În fig. 58 se dă, pentru o mai bună înțelegere, schema simplificată a celui de-al doilea etaj. Reglajul frecvențelor joase se face simultan prin rețeaua pasivă constituită din R_3 și o parte din potențiometrul șuntat de condensatorul C_1 și prin rețeaua de contrareacție formată din rezistențele R_1, R_2 și cealaltă parte de potențiometru șuntată de capacitatea C_2. Reglajul frecvențelor înalte se

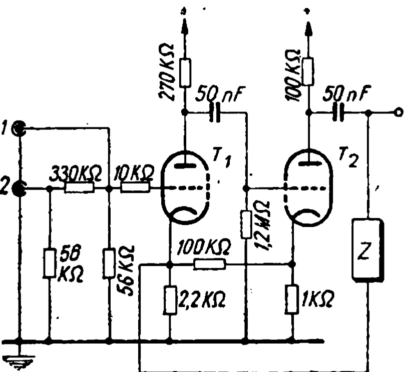


Fig. 56. Schema de principiu a etajului de intrare.

Fig. 57. Natura rețelei de contrareacție și caracteristicile de frecvență teoretice ce se obțin.

obţine printr-un dispozitiv potenţiometric care permite varierea gradului de contrareacţie aplicat amplificatorului.

Curbele de variaţie ale amplificării sînt similare cu cele din fig. 52. Se constată că frecvenţa de unde începe să se modifice amplificarea nu este fixă, ci variază cu poziţia cursorului. Aceste curbe se numesc cu pantă constantă şi cu punct de tranziţie variabil, spre deosebire de alte curbe obţinute cu circuite diferite, care au o aceeaşi frecvenţă de tranziţie însă curbele au panta variabilă.

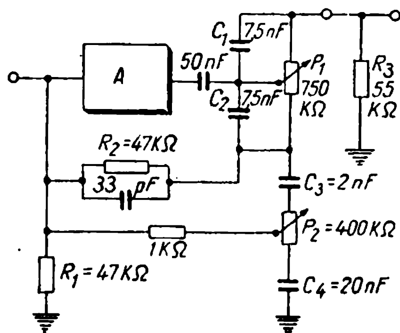


Fig. 58. Schema simplificată a etajului pentru reglajul de ton.

Potenţiometrul P_1 este liniar, iar potenţiometrul P_2 logaritmic invers, cu rezistenţa reziduală cît mai mică.

La montajul analizat merită să remarcăm posibilitatea introducerii unei corecţii fiziologice şi alimentarea filamentelor în curent continuu pentru reducerea zgomotului de reţea.

B. Amplificatoare de putere

Performanţele impuse unui amplificator de putere se referă la putere (care este bine să fie cît mai mare), la banda de trecere, la distorsiuni armonice şi de intermodulaţie şi la impedanţa de ieşire. Toate acestea sînt mărimi ce pot fi traduse în cifre. Este greu de apreciat cantitativ absenţa tranzitoriilor de comutaţie, stabilitatea şi rapiditatea de recuperare după o suprasarcină.

Schema bloc a unui amplificator de putere este dată în fig. 59. Se observă că ea cuprinde un preamplificator, un inversor de fază şi un etaj final în contratimp. De la secundarul transformatorului de ieşire către primul tub există o buclă de contrareacţie totală.

În ceea ce privește puterea unui amplificator de înaltă fidelitate, părerile sînt foarte împărțite. Se exagerează uneori și se construiesc amplificatoare de 50 sau chiar 100 W pentru utilitate casnică. Cu toate că condițiile de

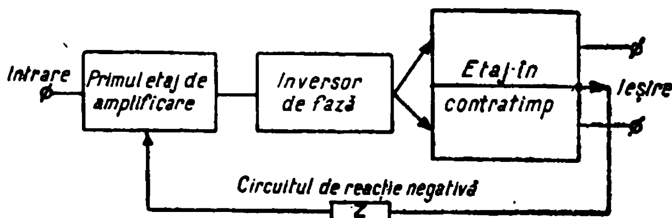


Fig. 59. Schema bloc a unui amplificator de putere.

audiție în ceea ce privește difuzorul, localul în care are loc audiția etc. sînt foarte diferite, se poate socoti că un amplificator de 10 W este suficient chiar pentru o cameră ceva mai mare.

Montajul I. Vom analiza montajul folosit la amplificatorul de înaltă fidelitate realizat la uzinele Electronica. Pe același șasiu cu amplificatorul există și un preamplificator care realizează amplificările și corecțiile necesare, cu trei intrări: radio, picup (microrile și 78 rot/ min) și microfon. Sensibilitatea pentru puterea nominală de ieșire este de 200 mV pe poziția radio, 35 mV pe poziția PU78, 25 mV pe poziția PU micro și de 4 mV pe poziția microfon. Puterea de ieșire este de 10 W cu distorsiuni de 0,3%. Amplificatorul are o impedanță internă de 0,3 Ω și prezintă o bună stabilitate. Astfel, el poate funcționa cu semnal la intrare, pe o sarcină infinită, fără a intra în oscilații și fără ca tensiunea de ieșire să crească (transformatorul nu se străpunge).

S c h e m a. Schema de principiu este dată în fig. 60. Trecem peste etajul preamplificator și corector realizat cu tubul ECC83, căci corecțiile se obțin simplu, prin rețele de contrareacție. Reglajul de ton se obține cu același circuit ca și în schema din fig. 40.

Etajul de intrare al amplificatorului este echipat cu un tub EF86 ale cărui caracteristici (microfonie mică și suflu redus) asigură un raport semnal/zgomot foarte bun.

Circuitul de catod cuprinde un grup de polarizare (rezistența R_{27} și condensatorul C_{19}) în serie cu o rezistență de 100 Ω (R_{26}) la bornele căreia se aplică tensiunea de contrareacție. Pentru evitarea oscilațiilor în serie cu grila este montată o rezistență R_{23}. Alimentarea circuitului anodic și de ecran se face obișnuit, astfel că acest etaj asigură un coeficient de amplificare de 120.

Stabilitatea la toate frecvențele este asigurată prin următoarele circuite:

— un grup *RC* în paralel cu rezistența din circuitul anodic, care face ca la frecvențe peste limita audibilă, amplificarea să scadă; de asemenea rezistența R_{29} în serie cu condensatorul limitează rotirea fazei;

— întrebuințarea unei legături directe între anodul tubului EF86 și grila tubului ECC83 permite evitarea defazajelor care ar fi introduse printr-un condensator de cuplaj, la frecvențe joase.

Etajul inversor de fază este de tipul cu cuplaj catodic și asigură tensiuni egale și defazate cu 180° în toată gama de frecvență a amplificatorului, un cîștig suficient și o tensiune de ieșire de ordinul a 25 V cu distorsiuni mici, ceea ce este mai mult decît suficient pentru atacul etajului final. Dacă grila celei de-a doua secțiuni din punct de vedere alternativ trebuie să fie la masă, din punct de vedere continuu ea trebuie să fie la același potențial cu prima grilă pentru ca curenții anodici și cîștigurile să fie egale. Aceasta se obține legînd cele două grile printr-o rezistență de 1 MΩ decuplată printr-un condensator de 0,47 μF care trebuie să aibă o mare rezistență de izolație, pentru a nu forma un divizor din punct de vedere al curentului continuu, care ar modifica punctul de funcționare al celei de-a doua triode. Valoarea mare a condensatorului, care din punct de vedere alternativ formează cu rezistența de 1 MΩ un divizor de tensiune al cărui raport depinde de frecvență, este necesară pentru a menține funcțiunea defazorului pînă la frecvențe foarte joase.

Pentru ca legătura directă anod — grilă să fie posibilă, este necesar ca în catod să se prevadă o rezistență mare de 68 kΩ, care aduce potențialul acestuia la o tensiune ridicată (circa 74 V).

În scopul de a conserva simetria montajului la frecvențele cele mai joase, condensatoarele de legătură între etajul inversor de fază și etajul final, ca și rezistențele de grilă ale acestuia din urmă, s-au luat cu o toleranță de $\pm 5\%$.

Etajul final utilizează două tuburi EL84 și un transformator de ieșire ca cel din fig. 45. În serie cu grilele există rezistențe care preîntîmpină oscilațiile. Negativarea se face automat printr-o rezistență comună R_{40} de 130Ω. Cu toate că în general condensatorul de pe catod poate lipsi în acest caz, totuși, pentru micșorarea distorsiunilor care eventual ar apărea cînd cele două tuburi nu sînt identice, este bine ca el să fie menținut.

În foarte multe montaje se obișnuiește introducerea în circuitele grilelor ecran a unor rezistențe de 200—500 Ω, care amortizează oscilațiile pe frecvențe înalte care iau naștere uneori datorită rețelei complexe pe care o formează inductanțele de scăpări cu capacitățile parazite ale transformatorului. În cazul de față, deoarece transformatorul este bine studiat și executat îngrijit, nu a fost nevoie să se ia o astfel de măsură.

Fără bucla de contrareacție, sensibilitatea montajului la grila tubului EF86 este de circa 2,5 mV, pentru puterea de 10 W. Cînd se introduce bucla de contrareacție, sensibilitatea scade la circa 80 mV pentru puterea nominală. Gradul de contrareacție este de circa 30 dB și asigură amplificatorului performanțe destul de bune. Valorile elementelor din circuitul de contrareacție (R_{41} și C_{27}) depind de impedanța de sarcină. S-a utilizat difuzor de 4 Ω și pentru acesta s-a construit un transformator adecvat (conform tabelei 3). În acest caz, valoarea rezistenței care asigură gradul de contrareacție dorit este de 15 kΩ. Capacitatea C_{27} de 200 pF asigură micșorarea amplificării la frecvențe foarte înalte (peste domeniul de audiofrecvență) înainte ca defazajul să devină periculos.

Cînd se utilizează un transformator pentru adaptarea pe o altă impedanță, este necesar să se modifice și valorile

R_{41} şi C_{27}. Dacă sarcina este mai mare, atunci R_{41} creşte şi C_{27} scade aproximativ proporţional cu această impedanţă.

C o n s t r u c ţ i a ş i p i e s e l e. Majoritatea pieselor sînt de fabricaţie indigenă. Detalii pentru construirea transformatorului de ieşire au fost date. Transformatorul de reţea se execută pe tole E16 cu grosimea pachetului de 32 mm. Primarul are în total 835 spire cu priză la spira 418 (sîrma cu diametrul de 0,6 mm, tensiunea 110 V), 456 spire (sîrmă cu diametrul de 0,6 mm, tensiunea 127 V), 570 spire (sîrmă cu diametrul de 0,5 mm, tensiunea 150 V), 683 spire (sîrmă cu diametrul de 0,43 mm, tensiunea 180 V) şi în sfîrşit 835 spire (sîrmă cu diametrul de 0,35 mm, tensiunea 220 V). Secundarul are 2 × 1 230 spire cu sîrmă de 0,18 mm şi două înfăşurări de 27 spire cu sîrmă de 1,2 mm, respectiv 0,8 mm.

În fig. 61, *a*, *b*, *c* se poate observa vederea de ansamblu şi modul de aşezare al pieselor amplificatorului.

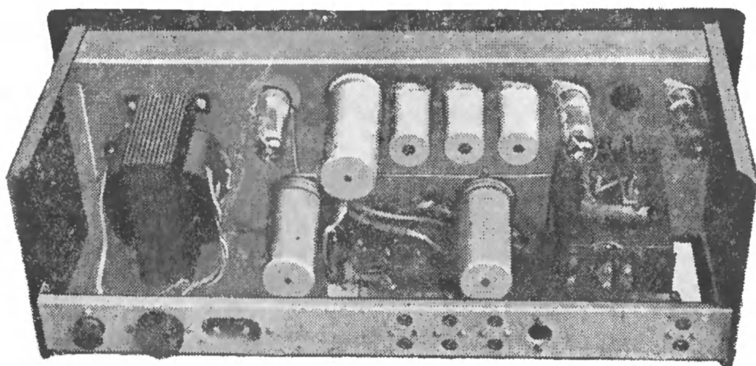
Montajul II. În cazul în care se urmăreşte a se obţine o putere mai mare se poate folosi amplificatorul descris mai jos cu 4 × EL84 în etajul final şi un etaj inversor de fază şi amplificator cu tubul ECC83. Domeniul de frecvenţă este de la 10 Hz la 100 kHz cu maxim 1 dB neuniformitate, respectiv 50 Hz — 50 kHz cu maximum 0,5 dB neuniformitate pentru o putere de 20 W. Sensibilitatea este de 0,5 V pentru puterea nominală de 20 W care se obţine cu 0,3% distorsiuni.

S c h e m a. În fig. 62 se poate vedea schema de principiu a acestui amplificator. Primul tub ECC83, format din cele două triode — care din punct de vedere continuu funcţionează în serie, iar din punct de vedere alternativ în cascadă — asigură o amplificare mare şi tensiuni necesare pentru atacul etajului final, corecte din punct de vedere al amplitudinei şi fazei.

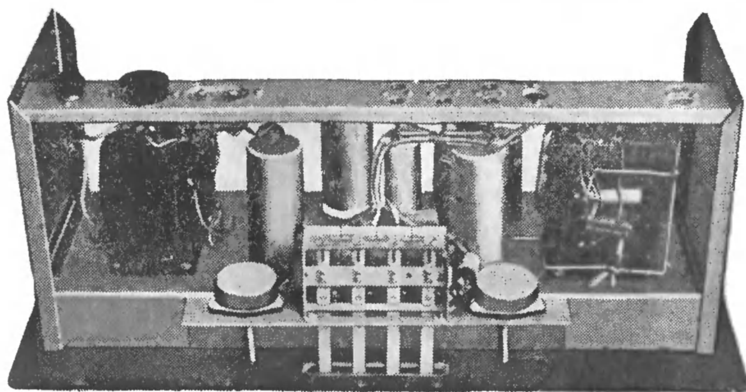
Un etaj final care să livreze o putere electrică de audiofrecvenţă de 20 W poate folosi pentodele moderne EL84



a



b



c

Fig. 61. Modul de amplasare a pieselor pe șasiu și vederea de ansamblu a amplificatorului de 10 W.

sau EL34. La prima vedere, alegerea a două tuburi EL34 pare foarte indicată. Totuși, se constată că etajul final în contratimp cu 4 × EL84 (cîte două tuburi în paralel), cu tot numărul mare de tuburi, prezintă o serie de avantaje. Mai întîi se lucrează cu tensiuni anodice mai mici (310 V față de 440 V), astfel încît solicitările de tensiune ale transformatorului de rețea și ale condensatoarelor electrolitice de filtraj sînt mai reduse. De asemenea, tensiunea de atac necesară pe grilele etajului final este aceeași ca și pentru un amplificator de 10 W, astfel încît distorsiunile care ar putea proveni din cauză că defazorul nu poate să dea o tensiune suficientă, rămîn relativ mici. În fine, rezistența optimă de sarcină R_{aa} a etajului final este considerabil mai mică la folosirea a 4 × EL84 decît la 2 × EL34 (3,6 kΩ față de 6,6 kΩ), și aceasta dă posibilitatea micșorării numărului de spire din primarul transformatorului de ieșire și deci implicit micșorarea inductanței de scăpări. Aceasta face ca să se poată folosi o contrareacție relativ mai mare, fără ca să existe pericol de instabilitate.

Stabilirea punctului de funcționare al tuburilor finale se face prin tensiunea de negativare fixă, care poate fi modificată la reglajul amplificatorului.

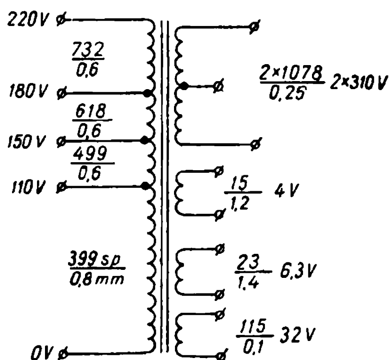


Fig. 63. Transformatorul de rețea al amplificatorului de 20 W, realizat cu tole E 20 cu grosimea pachetului de 30 mm.

P i e s e ș i r e g l a r e. Alimentarea se poate face de la un redresor care folosește tubul redresor GZ34 sau AZ4. În acest ultim caz, detaliile pentru execuția transformatorului de rețea se dau în fig. 63.

De asemenea în fig. 64 se dau detaliile transformatorului de ieșire, calculat să lucreze pe 4 Ω, 16 Ω și 64 Ω, după cum înfășurările din secundar se leagă în paralel, în serie-paralel, sau în serie.

Reglarea amplificatorului se reduce — în cazul unei execuții corecte a schemei și a legăturilor la transformator — la o

simplă echilibrare a tensiunilor de negativare pe grilele tuburilor, ceea ce se face cu ajutorul potențiometrului de 50 kΩ. De asemenea, trebuie potrivită negativarea cu ajutorul potențiometrului de 25 kΩ, în așa fel încît pentru puterea nominală, curentul continuu absorbit de la redresor să nu depășească 180 mA sub o tensiune anodică de 310 V.

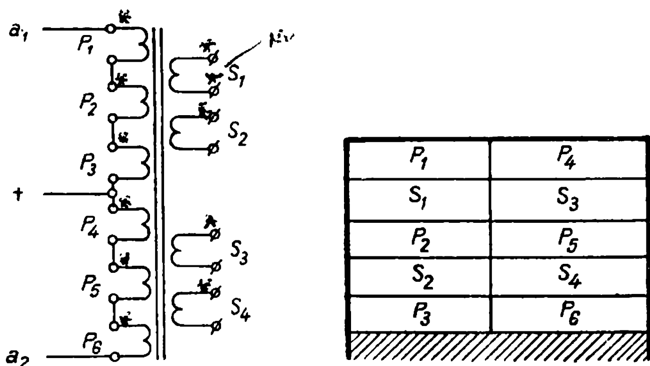


Fig. 64. Transformatorul de ieșire al amplificatorului de 20 W
$P_1 = P_2 = P_3 = \ldots = P_6 = 400$ spire (Ø = 0,2 mm).
$S_1 = S_2 = S_3 = S_4 = 96$ spire (Ø = 0,8 mm).

Montajul III. Vom prezenta două montaje de înaltă fidelitate. Primul este amplificatorul lui Williamson, iar al doilea — mai recent și care se impune din ce în ce mai mult firmelor constructoare de amplificatoare de înaltă fidelitate — este amplificatorul lui Ferguson. Vom descrie sumar mai întîi primul din aceste amplificatoare, realizat cu tuburile 2 × 6SN7, 2 × KT66 și tubul redresor 5V4.

În fig. 65 este dată schema de principiu a amplificatorului. Prima triodă funcționează ca amplificatoare și are în circuitul anodic o rețea de corecție pe frecvențe supraaudibile, rețea care modifică amplificarea și faza de așa manieră încît să nu se producă oscilații din cauza marelui grad de reacție negativă. Rețeaua de contrareacție cuprinde întreg amplificatorul, pornind de la secundarul transformatorului de ieșire și terminînd cu catodul primului tub.

Cuplajul între anodul primului tub și grila celui de-al doilea tub se face direct, fără condensator de blocaj. Cea

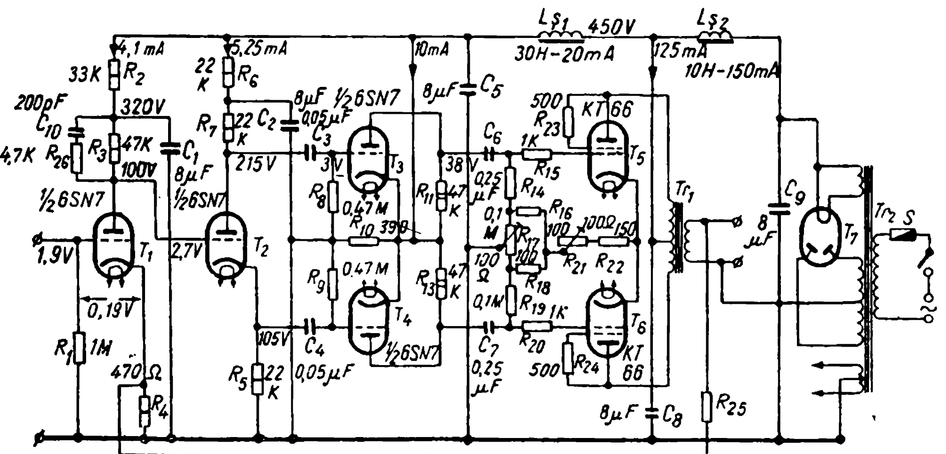


Fig. 65. Schema de principiu a amplificatorului Williamson.

de-a doua triodă îndeplinește funcția de inversoare de fază cu sarcina distribuită.

Următoarea dublă triodă se folosește ca amplificatoare pentru cele două tensiuni defazate la 180° și care se aplică pe grilele etajului final. Negativarea acestuia poate fi reglată cu ajutorul rezistențelor R_{21} și R_{17}, putîndu-se modifica punctul de funcționare al tuburilor.

În fig. 66 se dă caracteristica de amplitudine și de fază a amplificatorului în domeniul 1 Hz — 1 MHz cu și fără reacție. Se observă că în domeniul 10 Hz — 40 kHz nu avem nici un defazaj, ceea ce face ca regimul tranzitoriu al amplificatorului să fie foarte bun.

În fig. 67 se arată modul de așezare a pieselor pe șasiu în două alternative. Se observă că transformatorul de ieșire se așază cît mai departe de transformatorul de alimentare și de bobinele de șoc. De asemenea miezurile acestora trebuie să fie perpendiculare între ele.

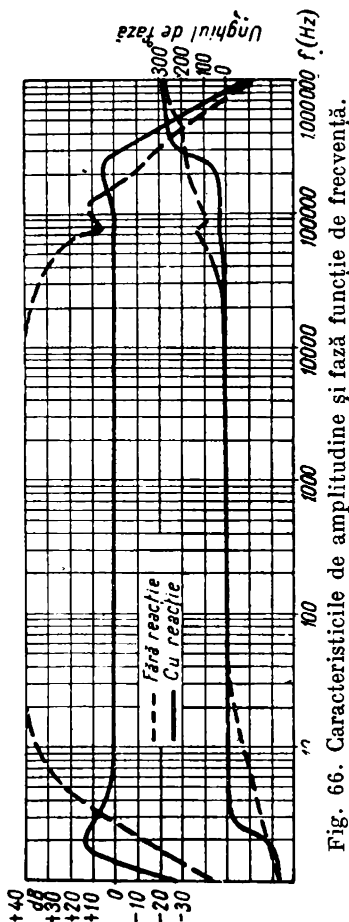


Fig. 66. Caracteristicile de amplitudine și fază funcție de frecvență.

Montajul IV. Al doilea montaj prezentat este cel realizat de Ferguson, care se poate vedea în fig. 68. Montajul folosește tuburile EF86, ECC83, 2 × EL34 și GZ32. Caracteristica de frecvență este liniară în limitele de 1dB între 2 Hz și 100 kHz, respectiv 30 Hz la 20 kHz pentru puterea de ieșire de 20 W. Puterea nominală este de 20 W cu distor-

siuni armonice de 0,05% și distorsiuni de intermodulație de 0,7%. Puterea de vîrf este de 30 W cu distorsiuni armonice de 0,2% și de intermodulație de 1%. Sensibilitatea amplificatorului pentru puterea nominală este de 220 mV,

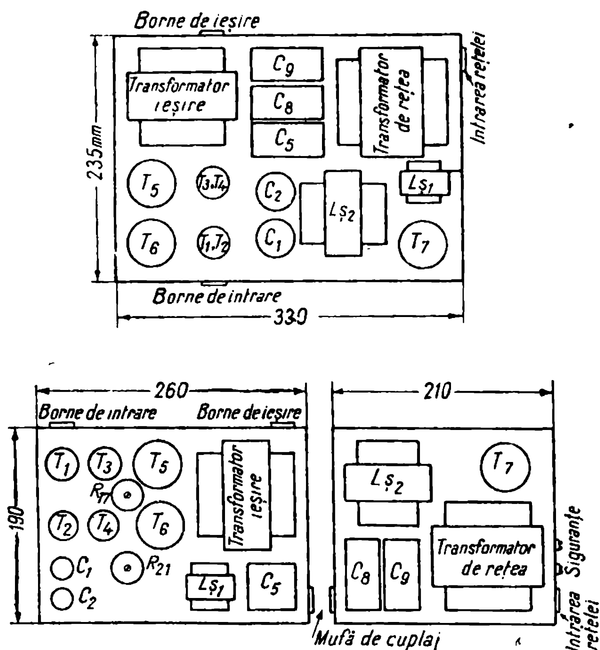


Fig. 67. Modul de amplasare a pieselor pe șasiu.

iar nivelul de zgomot este de —89 dB sub puterea nominală. Montajul este proiectat a fi utilizat cu un preamplificator separat și din această cauză nu are prevăzut nici un fel de reglaj. Puterea de ieșire este suficientă pentru sălile de conferință și pentru sălile mici.

S c h e m a. Nu vom analiza circuitele primelor două etaje, deoarece funcționarea acestora este similară cu a celor din fig. 60.

Etajul final, realizat cu două tuburi excepționale ca putere și dimensiuni, utilizează o contrareacție pe grilele ecran, luată de pe două prize ale transformatorului de ieșire. Acesta este așa-numitul montaj ultraliniar care se

folosește foarte des în ultimul timp. El realizează un compromis între funcționarea tubului ca pentodă și funcționarea ca triodă (ecranul legat la anodă) și din această cauză se obțin distorsiuni și o putere ceva mai mică. Dacă se modifică priza de legare a ecranului în sensul creșterii reacției negative (priza mai aproape de anod), puterea electrică de ieșire se micșorează. Distorsiunile se micșorează și ele, au un minimum și pe urmă încep din nou să crească ușor. Deci, la acest minimum există o priză care este optimă și care variază cu tipul tubului și cu punctul static de func-

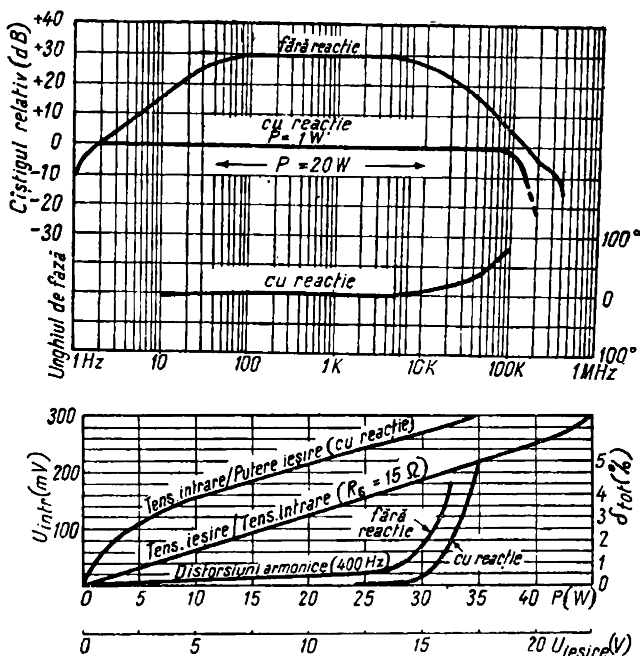


Fig. 69. Caracteristica de amplitudine și de fază funcție de frecvență și variația distorsiunilor funcție de puterea de ieșire.

ționare al acestuia (cu parametrii tubului). Astfel, pentru tubul EL84, priza optimă se află la 43% din numărul de spire de la priza de centru (unde se alimentează cu tensiune înaltă) pe cînd pentru tubul KT66, priza optimă este la

15%. Deoarece la folosirea unui montaj ultraliniar peric lul de oscilații este mult mai mare decît la montaje obișnuite, este necesar ca să se acorde transformatorul de ieșire o deosebită grijă.

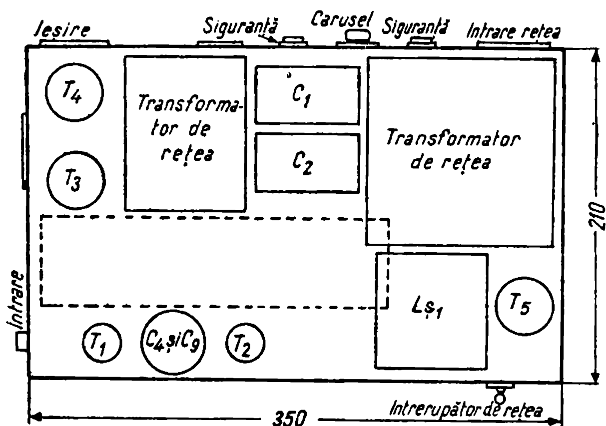


Fig. 70. Modul de amplasare a pieselor pe șasiu.

Comportamentul tuburilor EL34, KT66, KT88 etc., ca pot admite pe anod o tensiune superioară celei aplica pe ecran, este foarte mult diferit de acela al tuburil EL84, 6AQ5, 6V6 etc., prevăzute pentru o funcționa normală cu tensiuni de ecran și anod egale. Din aceas cauză, la acestea din urmă, contrareacția de ecran redu apreciabil puterea maximă livrată de tub. În ceea privește tubul EL34, din contra, montajul ultralini prezintă două avantaje:

— reduce gradul de distorsiuni pentru puterile inferioa celei maxime;

— dă posibilitatea alimentării ecranului cu o tensiu continuă mai ridicată.

Ca pentodă, cu două EL34 se poate obține o putere 35 W, cu o tensiune de alimentare anodică de 400 V de ecran de 300 V. Această ultimă valoare este necesa pentru ca să nu se întreacă disipația maximă admisibi la modulație maximă. În cazul contrareacției de ecr care tinde să reducă potențialul instantaneu al acest

electrod cînd curentul catodic crește, disipația medie de ecran rămîne sub cea maximă admisibilă chiar cu tensiuni de ecran mai mari de 300 V.

Performanțele deosebit de bune ale acestui montaj se pot vedea și din curbele reprezentate în fig. 69, unde se dau caracteristica de amplitudine și de fază, precum și variația distorsiunilor cu puterea de ieșire.

În fig. 70 se arată un mod de așezare al pieselor pe șasiu, pentru a obține un zgomot de fond foarte mic.

VII. Amplificatoare pentru redare stereofonică

În ultimul timp, redarea stereofonică a luat un foarte mare avînt. Redarea monocanal cu care sîntem obișnuiți de ani de zile a început să nu mai dea satisfacție, chiar atunci cînd este foarte fidelă. Aceasta se explică prin convenționalismul ei, prin aceea că de exemplu sunetele emise de o orchestră de mari proporții par că vin dintr-un singur punct. Din contră, în cazul unei audiții stereofonice, se poate percepe direcția din care vine sunetul și deci localiza poziția unui instrument în orchestră sau a unui persona pe scenă. Muzica are foarte multă spațialitate (relic sonor).

Redarea stereofonică ar impune dublarea tuturor canalelor existente în momentul de față, ceea ce costă foart mult. Se caută diverse soluții mai ieftine, adecuate diverselor sisteme.

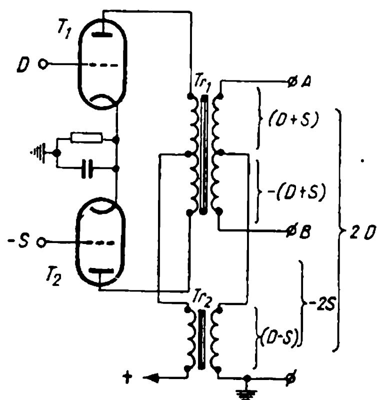


Fig. 71. Schema simplificată a unui montaj conceput special pentru redarea stereofonică.

Montajul I. Pentru u amplificator stereofonic s- conceput un etaj de ieșir foarte ingenios care convin redării discurilor cu înregistrare stereofonică 45°/45 (fig. 71). Dacă D (semnalu canalului dreapta) și S (semnalul canalului stînga) sînt tensiunile instantanee al semnalelor ce trebuie transmise, se vede că grilele tuburilor de putere sînt atacate prin D și $(-S)$, inversiunea de fază a acestui din urmă fiind obținută prin procedee simple și uzuale. Anozii tuburilor T_1 și T_2 debitează pe o combinație de două transformatoare Tr_1 și Tr_2. Cele două tuburi lucrează în

contratimp în raport cu transformatorul Tr_1 şi în paralel în raport cu Tr_2.

La un etaj de contratimp, tensiunea care apare în secundarul transformatorului de ieşire este proporţională cu diferenţa celor două semnale de pe grile. Deoarece la ieşire avem o priză mediană, semnalele la cele două capete ale înfăşurării vor fi proporţionale cu $(D + S)$ şi $-(D + S)$.

Cînd două tuburi lucrează în paralel, tensiunea la ieşire este proporţională cu suma tensiunilor ce se aplică pe grile. Deci în secundarul transformatorului Tr_2 vom avea o tensiune proporţională cu $(D - S)$.

Cei doi factori de proporţionalitate, în cazul etajului în contratimp şi paralel, trebuie să fie egali pentru ca să se poată face suma şi diferenţa tensiunilor în mod corect. Aceasta se realizează variind raportul de transformare la unul din transformatoare.

Legăturile dintre cele două transformatoare fac ca în raport cu masa, la punctele A şi B să avem $2D$ şi respectiv $-2S$. Aceste tensiuni pot fi deci aplicate la bobinele mobile a două difuzoare; al doilea difuzor este legat invers ca polaritate faţă de primul.

Un singur amplificator, puţin costisitor, poate reda cele două canale, fără să introducă o diafonie mai mare ca -25 dB. Cum în general D şi S au cam aceeaşi valoare, $(D - S)$ este mic; deci este normal să se amplifice $(D + S)$ de către partea în contratimp a montajului, iar $(D - S)$ de către tuburile în paralel. De asemenea, este mai uşor de a realiza un transformator pentru etajul în contratimp, cu o inductanţă primară mare, pentru a asigura o bună reproducere a frecvenţelor joase, ceea ce este mai dificil pentru Tr_2, care are o componentă de flux continuu. Deoarece $(D - S)$ transmite o informaţie spaţială, nu este necesar ca acesta din urmă să redea frecvenţele sub 200 Hz, ceea ce duce la un preţ de cost redus.

Obţinerea semnalelor D şi $-S$ se poate face plecînd de la un picup stereofonic cu patru fire de ieşire sau de la un picup special conceput pentru această utilizare. Modelele cele mai curente cu trei ieşiri (masă comună), deoarece livrează semnalele D şi S, necesită un inversor de fază pentru acest din urmă semnal.

În fig. 72 se dă un montaj de amplificator stereofonic de acest gen, pentru redarea discurilor de gramofon. Doza de picup este concepută pentru acest fel de montaj.

Intrarea se face pe cele două grile ale unei duble triode de tipul ECC83. Impedanța de intrare este de 1,5 MΩ

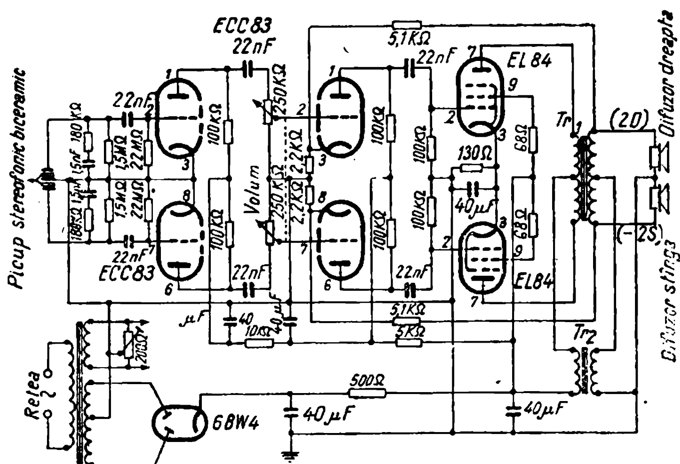


Fig. 72. Schema de principiu a unui amplificator stereofonic.

la frecvențe foarte joase și pe măsura creșterii frecvenței se micșorează. La aproximativ 600 Hz, valoarea reactanței capacitive a condensatorului de 1,5 nF devine egală cu rezistența de 180 kΩ cu care este în serie. Peste frecvența de 1 500 Hz putem considera că impedanța a scăzut la 180 kΩ, ceea ce produce o reducere a amplitudinii frecvențelor înalte și deci o corecție a înregistrării.

Reglajul de volum se face cu ajutorul a două potențiometre aflate pe același ax și comandate simultan printr-un singur buton.

Se remarcă de asemenea prezența unei reacții negative din secundarul transformatorului de ieșire în catozii tuburilor intermediare. Astfel se ajunge la o putere de 10 W cu distorsiuni armonice mai mici de 0,5%.

Montajul II. Un alt montaj simplu la care se regăsesc unele idei de la montajul precedent este dat în fig. 73

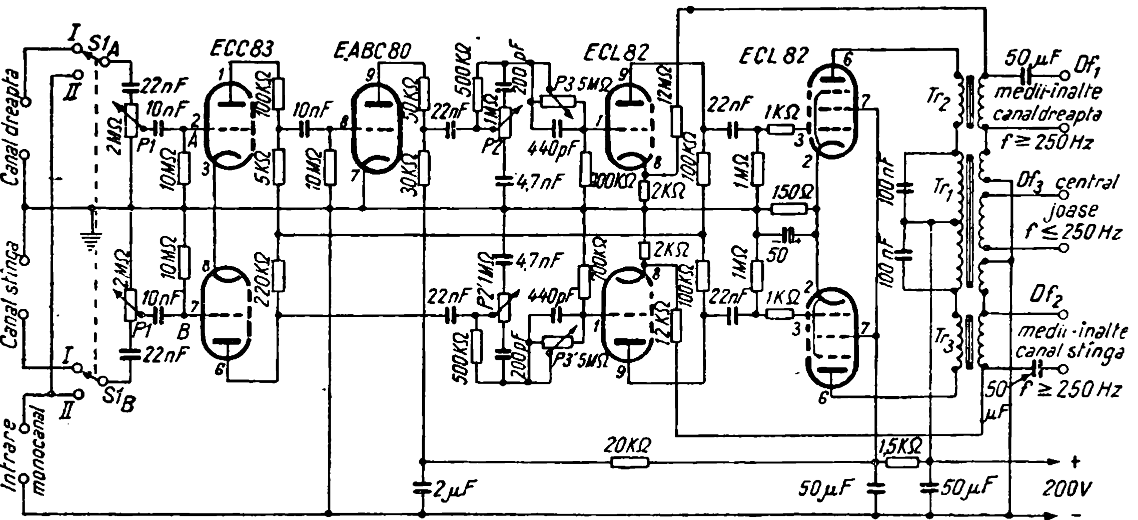


Fig. 73. Schema unui amplificator stereofonic pentru redarea discurilor de gramofon.

Montajul este conceput special pentru redarea discurilor stereofonice și pornește de la ideea că numai frecvențele peste 250 Hz creează impresia de stereofonie și deci joacă un rol important în reperajul auditiv. Această afirmație este contrazisă de diverși autori, totuși cel puțin pentru aparatele de calitate mijlocie ideea de mai sus este foarte bună. Prin urmare, frecvențele joase (sub 250 Hz), provenind de la cele două canale, vor fi amestecate și redate de un singur difuzor cu diametru mare, amplasat într-o cutie de dimensiuni convenabile. Din contră, frecvențele superioare (peste 250 Hz) vor fi redate de canale și difuzoare separate (montate în cutii mici închise), plasate la dreapta și la stînga auditorilor.

Intrarea în amplificator se face prin două potențiometre acționate simultan, cu ajutorul cărora se realizează reglajul de volum. Cu comutatorul S_1 se poate trece de la funcționarea stereo la funcționarea monocanal (poziția *II*), prin legarea celor două intrări în paralel.

Tubul EABC80 îndeplinește numai rolul de a inversa faza canalului din dreapta, în vederea aplicării cu fază corectă pe grila etajului în contratimp. În cazul în care dispunem de un picup cu 4 borne de ieșire sau de un picup special, acest tub poate fi eliminat.

Reglajele de ton realizate cu ajutorul potențiometrelor P_2, P'_2 (comandate simultan și acționînd asupra frecvențelor înalte) și P_3, P'_3 (frecvențe joase) dau posibilitatea modificării tonalității unui program oarecare.

Urmează un etaj amplificator realizat cu partea de triodă a tubului ECL82 și un etaj final, realizat cu partea de pentodă a aceluiași tub. Frecvențele înalte (peste 250 Hz) sînt amplificate pe fiecare canal separat și redate cu ajutorul transformatoarelor Tr_2 și Tr_3. Inductanțele acestor transformatoare împreună cu condensatoarele de 100 nF care șuntează primarul transformatorului Tr_1 constituie două filtre separatoare, grație cărora difuzoarele Df_1 și Df_2 nu primesc decît frecvențele peste 250 Hz. Acest lucru este favorizat și de prezența condensatoarelor de 50 μF din secundarele transformatoarelor pentru frecvențe înalte.

Frecvențele inferioare a 250 Hz sînt redate cu ajutorul transformatorului Tr_1 pentru care tuburile lucrează în contratimp și deci semnalul de ieșire este proporțional cu

diferența semnalelor de intrare (deoarece avem o inversare de fază, acesta este proporțional cu suma tensiunilor celor două canale).

Bobinele difuzoarelor Df_1 și Df_2 trebuie legate de așa manieră, încît membranele să se deplaseze în același sens, dacă același semnal este aplicat în A și B.

Pentru o reproducere monocanal, cînd cele două intrări sînt reunite, ținînd seamă de inversiunea de fază dată de tubul EABC80, totul se petrece ca și cum am avea un amplificator în contratimp pentru frecvențe joase. Frecvențele înalte nu beneficiază de acțiunea etajului în contratimp, dar deoarece cele două difuzoare lucrează în fază și se găsesc la o oarecare distanță, se produce totuși o impresie de lărgire a sursei sonore, ceea ce este foarte util.

În ceea ce privește transformatorul Tr_1 el trebuie să aibă o inductanță mare și un răspuns bun la frecvențe joase. Aceasta este posibil și datorită faptului că nu există componentă de flux continuu. Nici un fel de precauție nu trebuie luată în ceea ce privește inductanța de scăpări și capacitatea parazită și deci nu sînt necesare bobinaje speciale.

Transformatoarele Tr_2 și Tr_3 sînt identice și de mici dimensiuni. Ele au componentă de flux continuu, însă micșorarea inductanței, datorită acestui fapt, nu afectează cu nimic funcționarea în bune condiții a transformatorului, deoarece el nu trebuie să redea decît frecvențele peste 250 Hz. Deoarece numărul de spire din primar este mic, rezultă că și inductanța de scăpări și capacitățile parazite vor fi mici, ceea ce face ca frecvențele înalte să poată fi redate fără precauții speciale.

Montajul III. Un alt amplificator stereofonic pe care îl vom descrie acum, de o construcție ceva mai complexă decît cele prezentate anterior, cu toate că este relativ ieftin, nu utilizează artificii. El grupează pe același șasiu circuitele preamplificatoare și amplificatorul de putere și este destinat audițiilor în sălile de volum normal. Amplificatorul are o putere maximă de ieșire de 7,5 W pe canal. Distorsiunile armonice sînt de 0,5% la 1 kHz, pentru o putere de ieșire de 6 W. Răspunsul amplificatorului este cuprins între 40 — 20 000 Hz cu o neuniformitate mai mică de $\pm$ 1 dB.

Zgomotul este mai mic de — 60 dB față de puterea maximă de ieșire.

Amplificatorul (fig. 74) are următoarele patru intrări:

— Intrare doză de picup magnetică, avînd o impedanță de 56 kΩ și o sensibilitate de 4—6 mV.

— Intrare doză de picup piezoelectrică, cu o impedanță de 780 kΩ și o sensibilitate de 150 mV.

— Intrare auxiliară nr. 1 (magnetofon sau radio) cu o impedanță de 100 kΩ și o sensibilitate de 400 mV.

— Intrare auxiliară nr. 2 (magnetofon sau radio) cu o impedanță de 15 kΩ și o sensibilitate de 1 V.

Dintre cele opt tuburi utilizate, primele două (EF86) sînt utilizate ca amplificatoare de tensiune pentru picupul magnetic. Urmează un comutator *S*, cu șase galeți care modifică funcționarea amplificatorului funcție de sursa de semnal aleasă.

Galeții *A* și *D* introduc în circuit rețelele de contrareacție C_1, C_2, R_1, R_2 și C_3, C_4, R_3, R_4 care corectează caracteristica de înregistrare a discului, numai pe poziția „PU magnetic". Galeții *B* și *E* fac comutarea propriu-zisă a intrărilor, iar *C* și *F* pun la masă intrările neutilizate.

Toate intrările, în afară de picup magnetic, atacă direct grila primei secțiuni a tubului ECC81 (de data aceasta fără contrareacție), prin intermediul divizoarelor de tensiune care fixează totodată impedanța de intrare și sensibilitatea.

Între cele două jumătăți ale tubului ECC81 există reglajele de tonalitate, care se efectuează cu ajutorul celei de a doua jumătăți a lui ECC81, printr-un montaj Baxandall simplificat (se evită potențiometrul liniar cu priză mediană pentru registrul înalt, dar se sacrifică puțin din întinderea și simetria reglajelor). După cum se indică în schemă, potențiometrele de reglaje de tonalitate sînt comandate simultan pe cele două canale, atît pentru frecvențele înalte cît și pentru cele joase. Ridicarea frecvențelor de 50 Hz și 10 kHz se poate face cu + 10 dB, iar coborîrea acelorași frecvențe cu — 15 dB.

La ieșirea circuitelor care reglează tonalitatea s-au plasat potențiometre (comandate simultan) de volum, înainte de a ataca etajul triodă a tubului ECL82. Inversorul de fază care atacă cele două tuburi în contratimp este

Fig. 74. Schema de principiu a unui amplificator stereofonic universal.

clasic şi de tipul cu autoechilibrare. Transformatorul de ieşire are prize pentru a fi utilizate pentru ecranele tuburilor finale şi astfel avem de-a face cu un montaj ultraliniar.

Pentru a reduce cuplajele interne, între părţile triodă şi pentodă ale tuburilor ECL82 se face o încrucişare, după cum se vede pe schemă.

În cazul sistemelor stereofonice, este necesar ca să existe posibilitatea de a regla amplificarea canalelor în sens invers, adică atunci cînd pe unul dincanale aceasta creşte, pe celălalt să se micşoreze. Aceasta se efectuează pentru obţinerea unui echilibru sonor.

În cazul acestui montaj, cu ajutorul potenţiometrelor P_1 şi P_2 se variază gradul de contrareacţie şi într-un interval maxim de 9dB se poate găsi o poziţie de echilibru.

Diafonia între cele două canale este foarte redusă, ajungîndu-se la — 60 dB.

Din schemă se remarcă de asemenea inversorul de fază stereo care se află în secundarul transformatorului de ieşire al canalului din stînga şi ieşirile auxiliare de 1 V de pe 100Ω, atunci cînd amplificatorul debitează 5,5 W pe o rezistenţă de 15Ω. Aceste ieşiri sînt destinate amplificatoarelor suplimentare sau unui magnetofon. Pentru a reduce zgomotul de reţea rezidual şi a-l egaliza pe cele două căi, între masa generală şi cea a tubului EF86 din canalul din dreapta s-a introdus rezistenţa R_5 de 100Ω.

Acest amplificator stereofonic, simplu şi clasic, dă rezultate bune. Consumul lui este de numai 90 VA, iar greutatea de 8,5 kg. Dimensiunile cutiei în care se poate monta sînt 33 × 26 × 11 cm.

VIII. Amplificatoare pentru magnetofon

Amplificatoarele pentru magnetofon au caracteristici de frecvență diferite, funcție de utilizare. Astfel pentru înregistrare, o caracteristică tipică a curentului în capul de înregistrare este cea reprezentată în fig. 75. Ridicarea la frecvențele înalte se face pentru a compensa pierderile

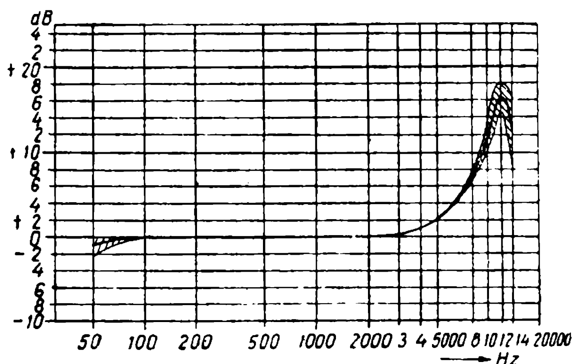


Fig. 75. Variația curentului de înregistrare funcție de frecvență.

de flux datorite dimensiunilor finite ale întrefierului capului de înregistrare. Cu cît întrefierul este mai mic, cu atît această compensare trebuie făcută la o frecvență mai mare și în consecință banda de frecvențe înregistrate se lărgește.

Caracteristica tipică de frecvență a amplificatorului de redare se poate vedea în fig. 76. Se știe că tensiunea indusă în capul de redare este proporțională cu variația fluxului în timp și deci crește cu frecvența. Pentru a compensa această creștere este necesar ca amplificarea să scadă cu aproximativ 6 dB/octavă. La frecvențe apropiate de cea de tăiere a capului, este necesară de asemenea o compensare suplimentară a pierderilor de flux de la înregistrare și

deci în această regiune caracteristica de frecvență are o alură crescătoare.

În general, pentru magnetofoanele neprofesionale, funcția de la înregistrare și redare este făcută de un același

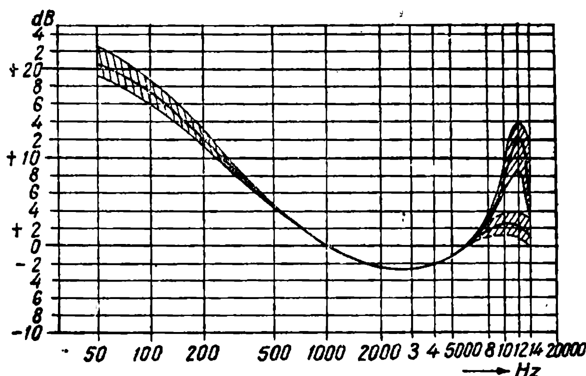


Fig. 76. Variația amplificării la redare funcție de frecvență.

amplificator, la care se modifică cu ajutorul unui comutator anumite elemente din circuitele de corecție.

Montajul I. În fig. 77 este dată schema de principiu a magnetofonului „Mambo", fabricat în R.P.U.

Amplificatorul magnetofonului este realizat cu tuburile EF86 (preamplificatoare), ECC85 (amplificatoare și corectoare), EL84 (amplificator de putere și oscilator) și EM80 (indicator optic de nivel). Pentru alimentare se utilizează un redresor cu seleniu, iar pentru redresarea semnalului în vederea aplicării lui pe grila tubului indicator, o diodă cu germaniu.

Înfășurările motorului se pot lega serie sau paralel, după cum tensiunea la rețea este de 110 sau 220 V.

Puterea de ieșire este de aproximativ 0,7 W cu distorsiuni neliniare de 5%. Banda de frecvențe pentru înregistrare-redare este cuprinsă între 100 și 9 000 Hz, măsurătoarea făcîndu-se pe bandă LGS.

Magnetofonul are două capete, dintre care unul universal C_u folosit la înregistrare și la redare și celălalt $C_ș$ folosit pentru ştergerea benzilor înainte de înregistrare.

Vom analiza mai întîi schema de principiu pentru poziția înregistrare. În acest caz, la intrarea amplificatorului se conectează fie un microfon, fie un picup sau un radioreceptor. Capul universal care îndeplinește acum funcția de înregistrare se va conecta la ieşirea amplificatorului de tensiune. De asemenea, pe această poziție, oscilatorul va trebui să funcţioneze pentru a șterge banda (ştergere în curent alternativ) și pentru a furniza curentul de premagnetizare.

Urmărind schema, remarcăm că contactul 15/16 este desfăcut, deci capul nu este conectat la intrarea amplificatorului, ci prin contactul 16/18 este conectat la masă. În schimb, contactul 15/17 fiind făcut, tensiunea dată de microfon ajunge pe grila tubului EF86, care o amplifică. În cazul în care înregistrarea se face de la o sursă de nivel mai mare, ca de exemplu un picup cu cristal sau un radioreceptor, atunci prin închiderea contactelor 13/14, se intră direct pe grila celui de-al doilea etaj de amplificare, adică pe grila primei triode a tubului ECC85. Aici avem și reglajul de nivel P_1, care se poate controla cu ajutorul indicatorului optic de nivel, realizat cu tubul EM80.

În catodul primei secțiuni a dublei triode ECC85 se află grupul R_6C_7, cu ajutorul căruia se obține o caracteristică de frecvență crescătoare începînd de la frecvența de 2 500 Hz, cînd condensatorul șuntează rezistența și deci micşorează reacţia negativă de curent.

A doua secțiune a dublei triode ECC85 are o rezistență de sarcină de 30 k Ω. Pentru ca în capul universal să avem un curent constant la frecvențe joase și medii, este necesar ca amplificatorul să aibă o impedanţă internă foarte mare şi aceasta se realizează cu ajutorul rezistenței R_{14} de 0,2 MΩ, montată în serie cu capul. Prin contactul *22/23* care se închide, capul este alimentat cu tensiunea de semnal. Creşterea la frecvențe superioare mai este accentuată și de prezența capacității C_{20} de 100 pF în paralel cu rezistența R_{14}, care începe să fie eficace peste frecvența de 7 000 Hz, deci spre limita superioară a spectrului de frecvențe reprodus.

De la ieşirea amplificatorului de înregistrare tensiunea de semnal se aplică de asemenea prin intermediul rezistenței ajustabile R_{16} și a diodei D pe grila tubului indicator de nivel EM80, cu ajutorul căruia se controlează modulația.

Tubul EL84 îndeplinește funcția de oscilator. El este alimentat prin intermediul transformatorului de ieșire care în această situație joacă rolul unui șoc. Pentru a nu se întrece puterea de disipație, contactul *4/5* este desfăcut şi astfel se micşorează tensiunea continuă pe ecran. Prin închiderea contactelor *6/7* și *3/3a*, circuitul oscilant se leagă între anod și grilă. Prin condensatorul C_{11} se alimentează cu curent de 50 kHz capul de ştergere, iar prin condensatorul ajustabil C_{10} se introduce în capul universal curentul de premagnetizare.

Pe poziția redare, schema contactelor se modifică conform tabelei din fig. 77. Astfel, capul universal se conectează prin intermediul contactului *15/16*, cu grila primului tub, iar prin intermediul contactului *11/12*, şi prin bobina L_2 antibrum, la masă. Prin desfacerea contactului *16/18*, în paralel cu capul de redare se leagă condensatorul C_1 de 470 pF care constituie cu inductanța capului un circuit rezonant acordat pe frecvența de 9 000 Hz. Prin aceasta se realizează o creştere substanțială a caracteristicii de frecvență în acest domeniu.

În circuitul de contrareacție se desface contactul *22/23* și se face *20/21*. Datorită condensatorului C_9, reacția la frecvențe joase se micșorează și se realizează în acest domeniu o caracteristică similară cu cea reprezentată în fig. 76. Creșterea amplificării, la frecvențe de peste 2 500 Hz, datorită grupului R_6C_7, se menține și chiar se accentuează, deoarece condensatorul C_7 micșorează atît reacția negativă de curent cît și reacția negativă de tensiune ce se aplică prin grupul C_9R_{15}.

Tubul EL84 își modifică funcția, transformîndu-se din oscilator în amplificator de putere. Astfel contactele *6/7*, *3/3a* se desfac şi în schimb se închid contactele *4/5*, *2/2a* şi *7/8*. Prin aceasta, grila tubului final primeşte tensiunea de audiofrecvență de la anoda celei de-a doua triode a tubului ECC85. Tensiunea de ecran creşte pentru că nu mai este pericol să se întreacă disipația, iar circuitul oscilant este

pus în două puncte la masă, pentru a nu da loc la perturbații, datorită cuplajelor parazite.

Contactul *9/10* se desface și tubul EM80 ne mai primind tensiune de alimentare la anod, nu mai este luminat.

Tensiunile continui măsurate în diversele puncte ale montajului sînt trecute în schema de principiu pentru pozițiile înregistrare/redare.

Reglajul unei scheme de magnetofon este mai complex și în general nu se poate face definitiv decît cu ajutorul unui mecanism de antrenare a benzii. Caracteristica la redare se poate modifica în domeniul frecvențelor joase cu ajutorul potențiometrului R_{15}. Cînd valoarea rezistenței potențiometrului R_{15} se micșorează se produce o ridicare mai accentuată a frecvențelor joase.

Prin intermediul condensatorului C_{10} se poate varia curentul de premagnetizare, pînă se obține o putere maximă cu distorsiuni mici.

Modificarea poziției spirei antibrum duce la modificarea zgomotului de fond. Deci prin încercări se caută ca acesta să fie cît mai mic posibil.

Montajul II. O altă schemă de magnetofon pe care o vom analiza este cea a tipului „Sonet“ fabricat în Republica Cehoslovacă. Acest model, cu comenzi simple, robust, prezintă la viteza de 9,53 cm/s performanțe bune, chiar cu bandă CH, bandă care este mai adecvată pentru magnetofoane cu viteza de 19 cm/s. Astfel, banda de frecvențe este cuprinsă între 50 — 10 000 Hz, iar puterea de 1,5 W se realizează cu distorsiuni mai mici de 5%. Magnetofonul are o ieșire de impedanță mare (circa 15 k Ω), care se află înaintea etajului final și deci nu introduce distorsiunile date de acesta, și o ieșire de impedanță mică (5 Ω). De asemenea, cu ajutorul unor căști se poate face controlul înregistrărilor și auditiv.

Schema de principiu este dată în fig. 78. Față de schema magnetofonului „Mambo“, se observă că se folosește tubul ECC83 în loc de tubul ECC85, tubul EM81 în loc de EM80 și EZ80 în locul unui redresor uscat cu seleniu. Intrarea de nivel mare nu se face pe al doilea tub, ci prin intermediul unui divizor (1 MΩ cu 33 kΩ) se intră tot pe grila tubului EF86.

Mufa de intrare, cu trei contacte, este conform normelor DIN. Prin contactul *1* se face intrarea de la microfon, radio sau o altă sursă de program, iar prin contactul *3*, cu semnalul de pe ieșirea de impedanță mare, ne putem cupla cu un amplificator de putere care poate fi chiar amplificatorul de audiofrecvență al unui radioreceptor. Acest mod de funcționare este întîlnit la toate radioreceptoarele moderne: magnetofonul este cuplat direct cu etajul detector, iar amplificatorul de audiofrecvență cu preamplificatorul magnetofonului. Se elimină în acest fel eventualele distorsiuni ale unor etaje intermediare și mai ales ale etajelor finale.

În schemă, toate contactele sînt puse pe poziția „redare". Astfel, capul universal C_u este legat prin intermediul contactelor *1* și *2* cu grila primului tub și prin bobina antibrum L_1, cu masa. Tensiunea de audiofrecvență ce ia naștere în cap datorită trecerii prin fața acestuia a unei benzi înregistrate este amplificată de tubul EF86 și transmisă cu ajutorul potențiometrului R_8 (reglaj de volum) grilei primei triode a tubului ECC83.

Între anodul celei de-a doua triode și catodul primei triode se află un circuit de contrareacție care modifică corespunzător caracteristica de frecvență a amplificatorului pentru a face corecțiile necesare. Astfel, prin contactul *5*, circuitul format din C_{11} și R_{15} face ca la frecvențe sub 1 000 Hz să se producă o creștere a amplificării de circa 6 dB/octavă, din cauza scăderii reacției negative. La frecvența de acord a circuitului L_2C_8 (circa 10 kHz), tensiunea de contrareacție este scurtcircuitată și se produce de asemenea o creștere pronunțată a amplificării. Frecvența de acord poate fi modificată cu ajutorul ferocartului bobinei, iar mărimea amplificării cu ajutorul potențiometrului ajustabil R_{22}, care intervine în factorul de calitate al circuitului și deci în ascuțimea la rezonanță.

Condensatorul C_{25} micșorează contrareacția la frecvențe peste 3 000 Hz și deci vom avea o creștere a amplificării, după cum se vede pe curba din fig. 76.

Din anodul celei de-a doua triode, semnalul amplificat și corectat merge la casca de control, la contactul *3* al mufei de intrare și la grila tubului EL84 prin contactul *6*. În circuitul acestei grile există grupul $R_{33}C_{17}$ care poate regla

tonul pe frecvențe superioare. Etajul de ieșire se remarcă prin reacția negativă care se aplică din secundarul transformatorului de ieşire în catodul tubului final.

La conectarea unui difuzor suplimentar, difuzorul interior este scos din circuit.

De asemenea, menționăm că în poziția „stop“, contactul „*a*“ se închide, ceea ce face ca la ieșire să nu avem nici un zgomot în timpul schimbării benzilor.

Pe poziția „înregistrare“, tensiunea dată de sursa de semnal se aplică prin intermediul contactului *1* la grila tubului EF86, este amplificată și transmisă etajului corector realizat cu dubla triodă ECC83. Deoarece contactul *5* și-a schimbat poziția, rețeaua de contrareacție s-a modificat. Astfel, deoarece nu mai există condensatorul C_{11}, nu se mai produce creșterea amplificării la frecvențe joase. În rest, caracteristica de frecvență își păstrează alura, cu observația că din cauză că rezistența R_{22} este scurtcircuitată (contactul *4* făcut), mărirea amplificării la frecvența de acord a circuitului rezonant este mai pronunțată.

Prin intermediul condensatorului C_{14} și al rezistenței R_6 (care mărește rezistența internă a generatorului care alimentează capul și îl face de curent constant), se introduce semnalul de audiofrecvență (contactul *3* face legătura), în jumătate din înfășurarea capului universal.

Cu ajutorul contactului *5*, semnalul de audiofrecvență este aplicat de asemenea unui circuit de redresare și apoi grilei tubului EM81, cu ajutorul căruia se controlează modulația benzii.

Prin modificarea contactelor *6* și *9*, tubul EL84 se cuplează cu circuitul oscilant cu frecvența de acord de circa 50 kHz, din care face parte chiar capul de ștergere. Pentru a nu întrece puterea de disipaţie a tubului EL84, contactul *7* se desface. Cu ajutorul rezistenţei R_{39} se poate regla tensiunea dată de oscilator și aplicată capului de ștergere. Cu ajutorul condensatorului C_{15} se poate varia curentul de premagnetizare, pentru ca funcție de banda folosită, să se obţină putere maximă cu distorsiuni mici.

Toate reglajele magnetofonului se pot efectua cu ajutorul elementelor semireglabile care se văd pe schemă și asupra cărora nu mai insistăm.

Un alt magnetofon construit în Republica Socialistă Cehoslovacă, „Sonet duo", constituie o variantă întrucîtva perfecționată a magnetofonului analizat mai sus. Astfel circuitele de intrare sînt modificate, avînd pentru fiecare din cele trei principale surse de program (microfon, picup, radio) cîte o mufă. Tubul EL84 s-a înlocuit cu ECL82. Partea de triodă a acestuia se folosește în locul diodei de la indicatorul optic de nivel. Magnetofonul are două viteze (9,53 și 4,75 cm/s) și se prezintă în linii mari asemănător cu primul tip.

IX. Amplificatoare cu semiconductoare

În ultimii ani, semiconductoarele au cucerit domenii din ce în ce mai largi în electronică. Aceasta se datorește în foarte mare măsură progreselor considerabile realizate în fabricarea tranzistoarelor.

Deocamdată tuburile electronice nu vor putea fi înlocuite în toate domeniile de către tranzistoare şi de aceea ele vor coexista încă foarte mult timp din cauză că adesea au calităţi complimentare.

În stadiul actual de fabricaţie, tuburile electronice sînt mai puţin costisitoare decît tranzistoarele. De asemenea, ele sînt superioare în ceea ce priveşte frecvenţa de tăiere şi puterea. Tuburile electronice au o impedanţă de intrare mare. Caracteristicile lor nu sînt afectate de variaţiile de temperatură ale mediului ambiant. În schimb, ele necesită o încălzire a catodului, ceea ce constituie o cauză pentru brum și alți paraziți, periculoși mai ales la nivele mici de amplificare. Ele sînt mai mult sau mai puțin microfonice, sensibile la cîmpuri magnetice, și consumă multă energie, din cauza încălzirii și din cauza tensiunilor ridicate care trebuie să li se aplice, pentru a obține o pantă convenabilă.

Tranzistoarele funcţionează foarte bine cu tensiuni mici și au un excelent randament energetic, ceea ce duce la o ușoară alimentare prin pile ieftine și durabile. Ei nu sînt deloc microfonici și nu sînt mai sensibili la cîmpuri magnetice decît o parte pasivă a circuitului. Dimensiunile mici permit cablaje compacte care pot fi uşor blindate, deoarece nu degajă decît foarte puţină energie sub formă de căldură. Lunga viaţă a unui tranzistor permite lipirea lui în montaj și astfel se elimină soclul cu contactele lui imperfecte, cauză a multor defecte.

Astăzi se acceptă tranzistoarelor o supremaţie incontestabilă în aplicaţiile unde dimensiunile și puterea de alimentare trebuie să fie reduse (proteze auditive, radioreceptoare portative, mici aparate portative de detecţie sau măsură etc). Trebuie să remarcăm că tranzistoarele se pot arăta

net superioare tuburilor electronice și în montajele amplificatoarelor de joasă frecvență alimentate la rețea. În general, aici se utilizează la nivele mici unul sau mai multe etaje cu tranzistoare și apoi se cuplează cu tuburi electronice.

Pentru aplicațiile practice ale tranzistoarelor, trebuie să se țină seama de următoarele:

— tranzistorul poate fi deteriorat printr-un șoc de curent puternic, dacă se conectează la un circuit sub tensiune; deci, dacă tranzistorul se folosește în schemă montat într-un suport, se recomandă ca înainte de introducerea tranzistorului în suport să se deconecteze tensiunea;

— la lipire, firele trebuie să fie de cel puțin 10 mm lungime, iar pentru disiparea căldurii provenite de la ciocanul de lipit, trebuie să se folosească un șunt termic;

— constanta de timp termică a tranzistorului este foarte mică; în consecință tranzistorul poate fi deteriorat de o suprasarcină puternică de scurtă durată, de exemplu, prin descărcarea unui condensator de mare capacitate;

— tranzistorul este foarte sensibil la iluminatul exterior; pentru ca să lucreze corect, pelicula exterioară de lac de protecție nu trebuie să fie deteriorată.

Montajul I. În general, un tranzistor este preferabil unui tub electronic atunci cînd impedanța sursei de atac este mai mică decît 2 000 Ω. Este drept că cu ajutorul unui transformator această impedanță se poate ridica, însă acest transformator constituie o piesă voluminoasă, grea, costisitoare și imperfectă în ceea ce privește banda frecvențelor transmise și captarea cîmpurilor magnetice alternative. Deci este preferabilă înlocuirea lui cu un tranzistor cu zgomot mic și cu cîștig destul de mare.

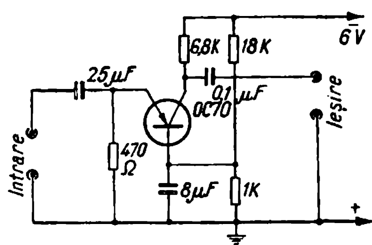


Fig. 79. Schema de principiu a unui preamplificator realizat cu tranzistorul OC70, alimentat la baterie.

În fig. 79 este dată schema de principiu a unui preamplificator realizat cu tranzistorul OC70, care se adaptează perfect cu surse de impedanță mică, ca de exemplu un

microfon dinamic sau cu bandă, o doză de picup cu reluctanță variabilă, un cap de magnetofon etc. Condensatorul de 8 μF, conectat între bază și masă, asigură funcționarea tranzistorului în montaj cu baza comună, ceea ce permite realizarea unui mare cîștig în tensiune și o adaptare corectă la impedanța de intrare a unui amplificator cu tuburi.

Impedanța de intrare a amplificatorului este de circa 100 Ω. Pentru ca atacul emiterului să se facă prin variații de curent — condiție esențială pentru a avea distorsiuni mici —, este preferabil ca microfonul sau sursa care debitează pe tranzistor să aibă o impedanță de cîteva sute de ohmi.

Caracteristica de frecvență a amplificatorului se întinde între 100 — 10 000 Hz cu o neuniformitate de — 3 dB. Amplificarea lui este de 62,5, ceea ce reprezintă un cîștig de 36 dB. Montajul funcționează corect pînă la o temperatură de tensiune ambiantă de 45°C.

Montajul II. Un alt preamplificator (fig. 80) alimentat cu 250 V are o amplificare de 330 (50 dB) și este folosit pentru amplificarea semnalelor provenite de la surse de impedanță mică. Aplicînd o tensiune de intrare de 5,5 mV, se obține o tensiune de ieșire de 1,8 V. Impedanța de intrare este de circa 200 Ω, iar cea de ieșire mai mică de 10 k Ω. Răspunsul funcție de frecvența depinde în oarecare măsură de impedanța sursei tensiunilor de amplificat. Pentru o impedanță a acesteia de 50 Ω, se obține o scădere de 3 dB la 15 Hz și 20 kHz.

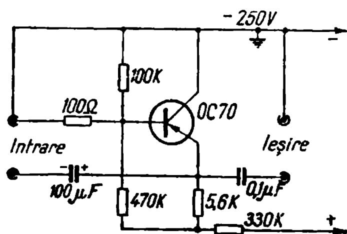


Fig. 80. Schema de principiu a unui preamplificator realizat cu un tranzistor, alimentat la tensiunea de 250 V.

Amplificatorul poate funcționa fără riscuri și la 275 V și dă rezultate bune și la 100 V.

Montajul III. Tot pentru surse de semnal cu impedanță internă mică se prezintă o schemă (fig. 81) realizată cu tranzistorul de proveniență franceză de tipul TJN 2FB. Tensiunile și curenții necesari tranzistorului se iau de la polarizarea automată a tubului EF86.

Tranzistorul folosit are un cîștig de curent de 34 și un factor de zgomot de 6 dB. Atacat de un generator de 50Ω și debitînd pe o impedanță de 500 kΩ, montajul funcționează corect. Curba de răspuns este plată în toată banda de audiofrecvențe. Zgomotul de intrare este foarte mic și

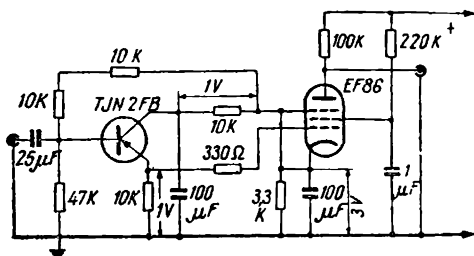


Fig. 81. Schema de principiu a unui preamplificator realizat cu un tranzistor alimentat de la catodul tubului care urmează.

dificil a se măsura cu precizie. În orice caz, el are o valoare mai mică de 0,5 μV pentru toată banda redată de montaj.

Montajul IV. Schema amplificatorului de audiofrecvență al radioreceptorului „Solistor“ fabricat de uzinele „Electronica“ este dată în fig. 82. El este compus dintr-un etaj

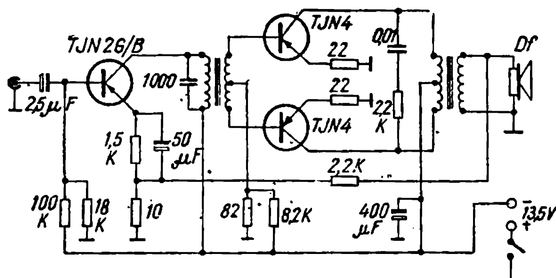


Fig. 82. Schema amplificatorului de audiofrecvență al radioreceptorului Solistor.

preamplificator realizat cu tranzistorul TJN 2 G/B în montaj cu emiterul la masă și două tranzistoare de putere de tipul TJN 4, în montaj în contratimp.

Primul etaj asigură o amplificare de tensiune și curent mari. Prin rezistența nedecuplată de 10Ω din circuitul de emiter, se introduce o tensiune de reacție negativă, luată din secundarul transformatorului de ieșire.

Etajul final, atacat prin intermediul unui transformator, lucrează în montaj cu emiterul la masă. El asigură o putere de ieșire de circa 200 mW, ceea ce este suficient pentru o audiție normală într-o cameră obișnuită.

Montajul V. Preamplificatorul a cărui schemă de principiu este dată în fig. 83 este realizat cu trei tranzistoare de tipul OC71. El poate fi utilizat după un microfon sau după un picup de calitate, și în acest scop el are un circuit de corecție, care convine tuturor dozelor de tip electro-magnetic.

Impedanța de intrare a preamplificatorului este de 5 k Ω, cîștigul total de curent de 400, iar cîștigul total de tensiune de 222. Amplitudinea maximă a tensiunii de intrare este de 30 mV. Distorsiunile armonice totale sînt mai mici de 3%. Curba de răspuns este practic liniară cu neuniformități de ± 1 dB între 40 Hz și 12 kHz. Circuitele de corecție a frecvențelor joase și înalte sînt clasice. Ele realizează o ridicare sau o atenuare mai mare de 10 dB la 50 Hz și 12 kHz.

Fig. 83. Schema de principiu a unui preamplificator realizat cu trei tranzistoare.

Pilele de 12—14 V debitează un curent de 4 mA. În cazul unei alimentări de la un redresor, este necesar filtrul

compus din rezistența de 220 Ω și condensatorul de 100 μF.

Primul etaj este supus unei contrareacții din cauza celor 100 Ω nedecuplați, din circuitul de emiter. Celelalte două tranzistoare, care sînt cuplate direct, sînt supuse unei contrareacții globale; variația mărimii acesteia servește la comandă amplificării. Chiar cînd cîștigul este reglat la maximum, avem totuși o contrareacție de 20dB.

Condensatoarele de 0,5 μF și de 50 nF sînt cu hîrtie, cu toleranțe de ± 10%. Condensatorul de 8 nF este cu mică, cu toleranțe de ± 10%. Condensatoarele electrolitice sînt prevăzute pentru tensiuni de lucru de 12 V (se specifică în schemă) și de 6 V (toate celelalte). Majoritatea rezistențelor sînt cu toleranțe de ± 5%.

Montajul VI. Un alt amplificator de picup, prevăzut și cu amplificatorul de putere, este descris în cele ce urmează. Schema (fig. 84) este realizată cu tranzistoarele 2×OC305, OC304, 3×OC308 și 2×2N257.

Sensibilitatea amplificatorului este de 400 mV pe 400 kΩ, pentru o putere de ieșire de 10 W, ceea ce îl face apt pentru a fi folosit cu un picup piezoelectric.

Impedanța de intrare mare se obține datorită pe de o parte rezistenței de 200 kΩ în serie cu sursa de modulație, iar pe de altă parte faptului că primul tranzistor lucrează cu colectorul la masă. Avem de-a face deci cu un „repetor emiter“ care este similar cu un „repetor catodic“ realizat cu tuburi electronice. Acesta, cu toate că are amplificare de tensiune și putere redusă, prezintă o impedanță de intrare mare.

Primul tranzistor, polarizat printr-un divizor de tensiune format din rezistențele de 25 kΩ și 7 kΩ, este cuplat direct cu cel de-al doilea tranzistor. Acesta are în circuitul de emiter o rezistență de 3 kΩ care stabilizează punctul de funcționare; această rezistență este șuntată din punct de vedere alternativ de o rezistență de 250 Ω (condensatorul de 50 μF în serie cu această rezistență nu influențează peste 10 Hz, asupra funcționării etajului), și de un condensator de 50 nF care reduce complet contrareacția emiterului peste 10 kHz, unde lărgește banda de trecere și compensează influențele rețelei corectoare de tonalitate.

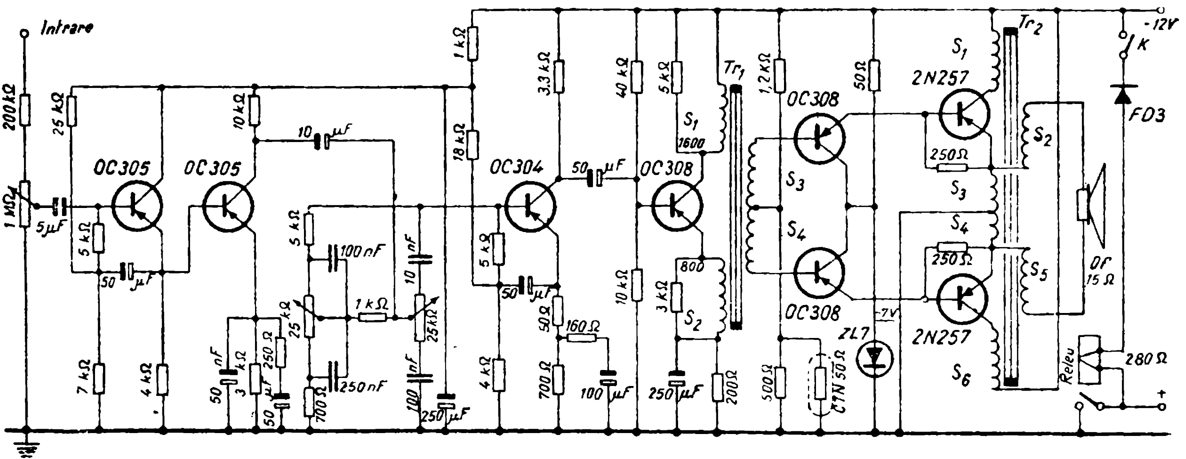


Fig. 84. Schema completă a unui amplificator pentru picup.

Rețeaua de reglaj de timbru permite o variație de la + 16 la − 10 dB la 30 Hz și de la + 12 la − 18 dB la 15 kHz, față de 1 000 Hz.

Cel de-al treilea etaj, realizat cu tranzistorul OC304, prezintă o impedanță de intrare ridicată, ceea ce convine rețelei de reglaj de ton care în acest fel nu este șuntată și poate funcționa corect. Un divizor format din rezistențele de 18 kΩ și 4 kΩ fixează tensiunea continuă pe bază. În circuitul de emiter există o rezistență de 750Ω care stabilizează funcționarea tranzistorului. Din punct de vedere alternativ, impedanța scade la 180Ω, ceea ce reduce din contrareacție.

Etajul de atac al montajului în contratimp este realizat cu un tranzistor de putere OC308, polarizat printr-un divizor format de două rezistențe de 40 kΩ și 10 kΩ. Din punct de vedere continuu, etajul este stabilizat printr-o rezistență de 200Ω în serie cu emiterul (decuplată printr-un condensator de 250 μF). Primarul transformatorului de atac este divizat în două secțiuni (1 600 spire în colector și 800 spire în emiter) prin care se obține o importantă contrareacție (o treime din tensiunea de ieșire a primarului apare între masă și emiter), de unde rezultă reducerea impedanței interne și mărirea benzii de trecere.

Etajele simetrice finale care lucrează în clasa *B* necesită în fiecare din ramuri două tranzistoare, dintre care primul (OC308) lucrează ca „repetor emiter", în legătură directă din punct de vedere al semnalului, și în serie din punct de vedere continuu cu cel de-al doilea tranzistor (2N257). Pentru a stabiliza etajul la variațiile de temperatură se prevăd următoarele:

— se fixează la —7 V tensiunea colectorului celor două tranzistoare OC308 cu ajutorul unei diode ZL7;

— se polarizează baza acelorași tranzistoare cu un divizor constituit dintr-o rezistență de 1,2 kΩ, urmată de un grup format prin punerea în paralel a unei rezistențe normale și a unui termistor de 50Ω.

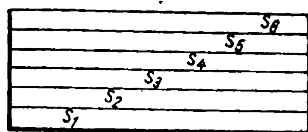
Cînd temperatura mediului ambiant crește, creșterea de curent a colectorului este compensată prin creșterea de tensiune a bazei.

Transformatorul de ieșire are o treime din primar în serie cu emiterul. În acest fel, se realizează o contrareacție

care reduce rezistența internă și distorsiunile și lărgește curba de răspuns.

Așezarea înfășurărilor celor două transformatoare precum și numărul de spire al fiecărei înfășurări se pot vedea în fig. 85.

Etajul final astfel realizat poate furniza 10 W, însă pentru a nu depăși distorsiuni armonice de 1%, este bine să ne



1/2 S_4	1/2 S_3
1/2 S_2	1/2 S_1
1/2 S_3	1/2 S_4
1/2 S_1	1/2 S_2

b)

Fig. 85. Modul de așezare a înfășurărilor pe transformatoarele amplificatorului:

a — transformatorul de ieșire Tr_2 realizat cu tole 1965 DIN de secțiune pătrată fără întrefier:

S_1, S_6 — 128 spire, cu sîrmă de 0,75 mm
S_2, S_5 — 90 spire, cu sîrmă de 0,07 mm
S_3, S_4 — 65 spire, cu sîrmă de 0,07 mm

b — Transformatorul Tr_1 realizat cu tole 1942 DIN de secțiune pătrată, fără întrefier:

S_1 — 1 600 spire, cu sîrmă de 0,15 mm
S_2 — 800 spire, cu sîrmă de 0,15 mm
S_3, S_4 — 1 500 spire, cu sîrmă de 0,12 mm.

limităm la 3 W. Răspunsul global este bun fiind cuprins între 20—20 000 Hz cu o neuniformitate de ± 1 dB.

La bornele bateriei de alimentare de 12 V se află o diodă cu cristal care limitează impulsurile la deschidere și la închidere și protejează aparatul în cazul cînd din greșeală se inversează polaritatea.

Tranzistoarele de putere 2N257 sînt montate pe un radiator metalic care disipează căldura pentru a nu deteriora tranzistoarele.

Montajul VII. Vom descrie acum un alt amplificator care lucrează cu triode plate de germaniu din seria experimentală KCB cu conductibilitatea de tipul p — n — p. Puterea sa de ieșire pentru o tensiune de intrare de 50 mV ajunge la 0,5 W. Pentru banda de frecvențe 100—5 000 Hz, neuniformitatea amplificării este sub 16 dB. Amplificatorul este alimentat cu baterii БАС-60 sau БАС-80 și consumă o putere de ordinul a 1 W. Un astfel de amplificator se poate

folosi pentru reproducerea înregistrărilor pe discuri sau ca adaos la radioreceptor.

S c h e m a. Amplificatorul conține trei etaje de amplificare cu patru triode. Schema sa principială este dată în fig. 86.

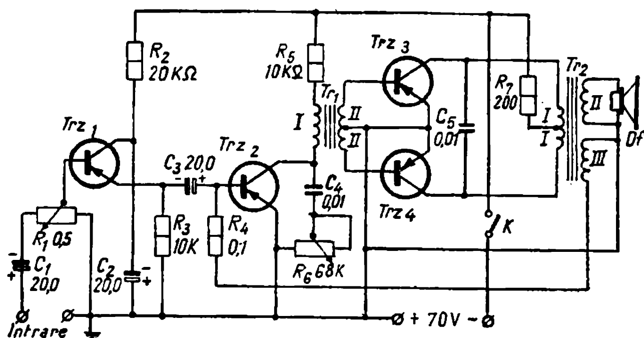


Fig. 86. Schema unui amplificator de audiofrecvență realizat cu 4 tranzistoare.

Primul etaj cu tranzistorul Trz_1 este realizat în montaj cu colectorul la masă (prin condensatorul C_2). Această conectare a tranzistorului permite obținerea unei rezistențe de intrare destul de mare. Pentru obținerea tensiunii continui corespunzătoare pe colectorul tranzistorului, acesta este conectat la sursa de alimentare prin rezistența reductoare R_2. Potențiometrul R_1, legat la bornele de intrare ale amplificatorului prin condensatorul de decuplare C_1, se folosește ca regulator de volum, iar rezistența R_3 din circuitul emiterului tranzistorului Trz_1 servește drept sarcină a acestuia, de pe care tensiunea de joasă frecvență amplificată se aplică, prin condensatorul de decuplare C_3, la al doilea etaj de amplificare.

Al doilea etaj de amplificare cu tranzistorul Trz_2 este realizat după montajul cu emiterul la masă. O astfel de schemă dă o adaptare optimă a rezistenței de intrare a acestui etaj cu rezistența de ieșire a celui precedent și permite obținerea unui coeficient de amplificare maxim. Tensiunea de alimentare se aplică în circuitul colectorului prin rezistența reductoare R_5. Rezistența variabilă R_6 din acest circuit

conectată prin condensatorul C_4, are rol de regulator de ton. Tensiunea de audiofrecvență amplificată de acest etaj se aplică prin transformatorul Tr_1 la etajul final.

Cel de-al treilea etaj de amplificare este realizat cu tranzistoarele Trz_3 și Trz_4 cu emiterul la masă, legate în con-

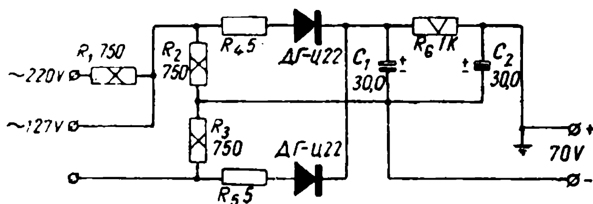


Fig. 87. Schema unui redresor pentru alimentarea amplificatoarelor cu tranzistoare.

tratimp. El funcționează în clasă *B*. De pe înfășurarea *III* a transformatorului de ieșire Tr_2 se aplică tensiunea de reacție negativă în circuitul bazei tranzistorului Trz_2 al celui de-al doilea etaj, ceea ce îmbunătățește indicii calitativi de amplificare.

Tensiunea continuă de 60—80 V necesară alimentării amplificatorului se poate obține de la rețeaua de curent alternativ cu ajutorul unui redresor simplu. Schema unui astfel de redresor este dată în fig. 87.

Redresorul utilizează două diode cu germaniu de tipul ДГ-Ц22. Rezistența R_6 trebuie calculată pentru puterea de 5 W, iar rezistențele R_1, R_2 și R_3 — pentru 10 W fiecare.

Condensatoarele C_1 și C_2 ale filtrului trebuie să fie calculate pentru o tensiune de lucru de 150 V. Rezistențele R_4 și R_5 sînt conectate în schemă pentru limitarea curentului direct al diodelor.

C o n s t r u c ț i a ș i p i e s e l e. Amplificatorul este montat pe un șasiu de aluminiu cu dimensiunile 100 × 60 × × 40 mm.

Schema sa de cablaj este dată în fig. 88.

Amplificatorul utilizează piese de gabarit mic.

Toate rezistențele sînt cu o putere de disipație de 0,5 W fiecare. Condensatoarele electrolitice C_1, C_2 și C_3 sînt calculate pentru o tensiune de lucru de 50 V.

Transformatorul Tr_1 are miezul din tole E-3 (cu un conținut de permalloy pînă la 70%), cu grosimea pachetului de 9 mm. Miezuri asemănătoare sînt utilizate în aparate pentru întărirea auzului „Zvuc“ și „Sluh“. Înfășurarea *I* a

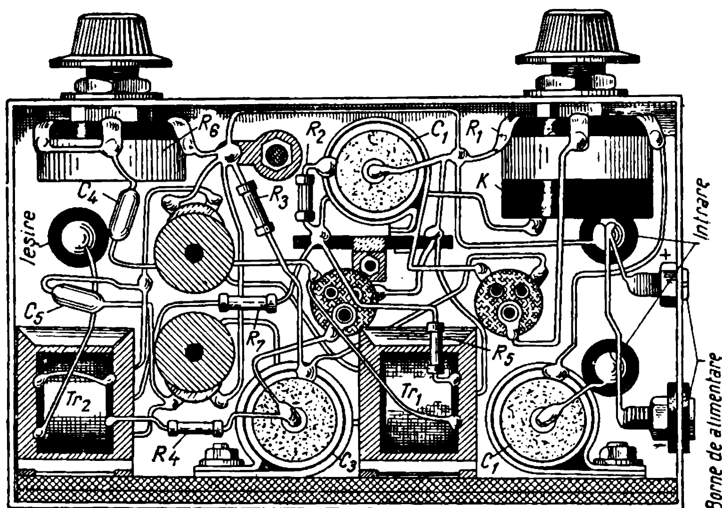


Fig. 88. Schema de cablaj a amplificatorului.

acestui transformator are 4 000 spire cu conductor de cupru emailat de 0,05 mm, iar înfășurarea *II* — 2 × 550 spire cu sîrmă de 0,08 mm.

Transformatorul de ieșire Tr_2 are același miez. Înfășurarea *I* are 2 × 1 300 spire cu conductor de 0,1 mm, înfășurarea *II* — 75 spire cu sîrmă de 0,4 mm (pentru difuzor cu impedanța de 3—5Ω) și înfășurarea *III* — 25 spire cu sîrmă de 0,25 mm.

Pentru răcirea tranzistoarelor de ieșire Trz_3 și Trz_4, bazele lor trebuie să aibă radiatoare (cilindrii de alamă alezați).

În încheiere, trebuie să amintim că la legarea amplificatorului cu bateriile de alimentare sau cu redresorul trebuie verificată polaritatea corectă de conectare. Dacă i se aplică amplificatorului alimentarea cu polaritatea inversă, tranzistoarele vor ieși din funcționare instantaneu.

Montajul VIII. Pentru un magnetofon portabil vom descrie o schemă de amplificator care utilizează tranzistoare. Utilizarea la amplificator a pieselor de gabarit redus și a tranzistoarelor în locul tuburilor electronice permite micșorarea sensibilă a dimensiunilor și a greutății magnetofonului, micșorarea consumului surselor de alimentare și creșterea siguranței de funcționare.

Amplificatorul descris este destinat înregistrării și reproducerii vorbei și conține împreună cu generatorul de înaltă frecvență (30 kHz) opt tranzistoare plate. În cazul funcționării cu microfon electrodinamic, puterea de ieșire a amplificatorului este de ordinul a 0,25 W cu un coeficient de distorsiuni sub 12%. Banda de trecere este cuprinsă între 200 —2 500 Hz.

S c h e m a. Amplificatorul conține patru etaje de preamplificare și un etaj de ieșire în contratimp în montaj cu emiterul de masă (fig. 89).

Pentru o astfel de conectare a tranzistoarelor se obține o diferență minimă între rezistențele de intrare și ieșire a etajului, ceea ce permite să nu se folosească transformatoare între etajele de preamplificare.

La fiecare etaj de amplificare se folosește o reacție negativă de curent locală, creată prin rezistențele R_2,R_7,R_{12}, R_{15},R_{18} și R_{19}. Aceasta mărește stabilitatea de funcționare și îmbunătățește caracteristica de amplitudine a amplificatorului. În același scop, ultimele două etaje au o reacție negativă puternică care se aplică de la înfășurarea *III* a transformatorului Tr_2 prin rezistența R_{20} pe baza tranzistorului Trz_4.

Pentru a evita posibilitatea de oscilație a amplificatorului prin intermediul circuitelor de alimentare, tensiunea de la bateria B_2 se aplică pe colectoarele tranzistoarelor primelor două etaje, prin filtrul de decuplare R_9 C_3. Negativarea triodelor etajelor preamplificatoare se aplică de la bateria B_1 prin rezistențele R_3,R_8,R_{13}șiR_{16}.

Generatorul de premagnetizare a capului universal C_u, cu curent de înaltă frecvență la înregistrare, este realizat cu un etaj în contratimp cu tranzistoarele Trz_7 și Trz_8. Rezistența R_{21} servește pentru aplicarea negativării la bazele acestor triode. Bobina de cuplaj L_3 și condensatorul C_{11} constituie un circuit oscilant, acordat pe aceeași frecvență de

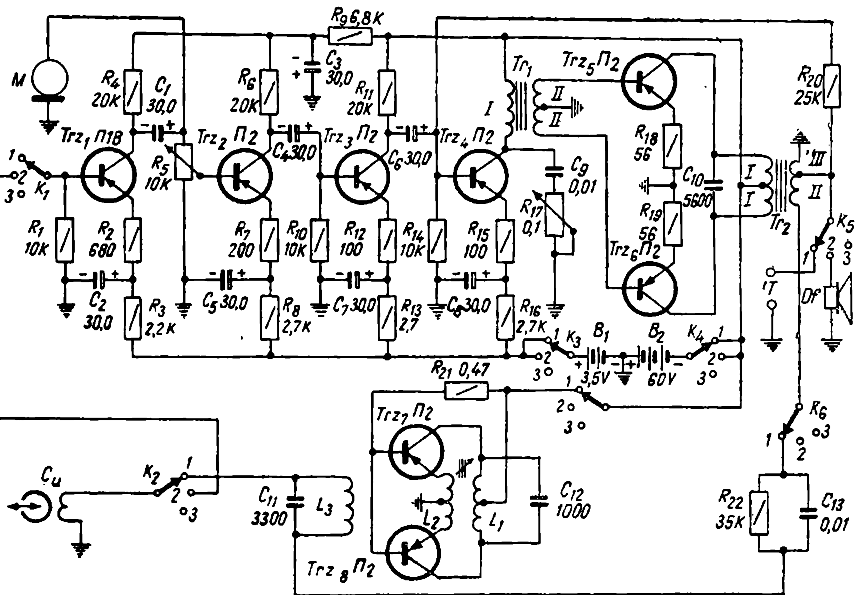


Fig. 89. Schema unui amplificator de magnetofon cu tranzistoare.

rezonanță ca și circuitul L_1C_{12}. Pentru creșterea amplificării la frecvențele audio înalte, la înregistrare, tensiunea de audiofrecvență de la ieșirea amplificatorului se aplică pe capul universal prin circuitul de corecție R_{22} C_{13}.

Trecerea de la înregistrare la reproducere se face cu ajutorul comutatorului K_1 — K_6. Poziția *1* a acestui comutator corespunde înregistrării, iar poziția *2* — reproducerii. Pentru poziția *3* a comutatorului K_1 — K_6 amplificatorul și generatorul sînt deconectați. Reglarea volumului amplificatorului se face cu potențiometrul R_5, iar reglajul de ton — cu rezistența variabilă R_{17}.

C o n s t r u c ț i a ș i p i e s e l e. Amplificatorul împreună cu generatorul sînt montați pe un șasiu metalic. Direct pe șasiu se poate așeza transformatorul, bobinele generatorului, regulatoarele de volum și ton, comutatorul pentru modul de funcționare și condensatoarele electrolitice (condensatoarele de decuplare C_1,C_4 și C_6 trebuie să fie izolate de șasiu prin șaibe izolatoare). Tranzistoarele și toate rezistențele fixe (cu puterea de disipație pînă la 0,25 W) este bine să fie montate pe plăcuța izolatoare care poate fi prinsă sub panoul superior al șasiului metalic. Comutatorul K_1—K_6 poate fi realizat din trei secțiuni (galeți) cu trei poziții de comutare.

Transformatorul Tr_1 are miezul din tole E-4,5 din oțel de transformator cu grosimea de 0,35 mm, avînd grosimea pachetului de 12 mm și întrefierul de 0,1 mm. Înfășurarea *I* are 4 600 spire cu conductor de 0,06 mm și înfășurarea *II* — 2 × 500 spire cu conductor de 0,12 mm. Transformatorul de ieșire Tr_2 are miezul din aceleași tole ca și Tr_1, dar cu grosimea pachetului de 16 mm și fără întrefier. Înfășurarea *I* are 2 × 1 300 spire cu conductor de 0,12 mm, înfășurarea *II* — 80 spire cu 0,51 mm și înfășurarea *III* — 600 spire cu 0,29 mm.

Inductanțele generatorului sînt realizate cu conductor de 0,12 mm bobinat pe carcasă de diametru 15 și înălțimea 20 mm. Bobina L_1 are 2 × 300, L_2 — 2 × 15 și L_3 — 500 spire. Carcasa cu bobine se așază în miez oală din fier carbonil de tipul СБ-4а, peste care se așază un ecran de alamă sau aluminiu.

A l i m e n t a r e a. Pentru alimentarea amplificatorului și generatorului se utilizează bateriile B_1 de tipul

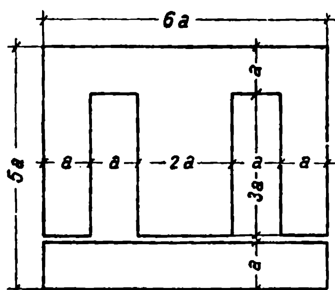
КБС-Л-0,5 (de la lanternă de buzunar) și B_2 de tipul БАС-Г-60. Ambele baterii asigură funcționarea amplificatorului în decursul a 100 ore.

P u n e r e a l a p u n c t. La început stabilind comutatorul $K_1 - K_6$ în poziția *2* (reproducere), trebuie controlat dacă reacția negativă se aplică corect. Dacă amplificatorul va oscila, trebuie schimbate capetele înfășurării *I* a transformatorului de ieșire Tr_2. Apoi, trebuie ales regimul normal al circuitelor de emiter și colector al tranzistoarelor, începînd cu etajul final. Echilibrarea brațelor etajului de ieșire se face prin alegerea rezistenței R_{18} și R_{19} după curenții egali în circuitele de emiter ale ambelor tranzistoare. Curenții din circuitele de emiter și colector trebuie să fie de ordinul a 1,2 mA.

Apoi amplificatorul se verifică în funcțiune cu difuzorul conectat la ieșire. În acest caz, ca sursă de tensiune audio se poate folosi un generator de joasă frecvență sau o doză de PU.

După controlul amplificatorului, comutatorul $K_1 - K_6$ se pune în poziția *1* (înregistrare) și se trece la punerea la punct a generatorului. Regimul necesar de funcționare al generatorului se obține prin alegerea rezistenței R_{21}. Dacă la conectare, generatorul nu funcționează, trebuie schimbate capetele bobinei L_2. Pentru obținerea curenților egali la ambele tranzistoare ale generatorului, în circuitul de emiter al tranzistorului cu curent mare, se poate conecta o rezistență de valoare redusă. Valoarea necesară a curentului de premagnetizare a capului universal se obține prin alegerea capacității condensatorului C_{11}.

Dimensiunile principalelor tole de transformator



Tole	a (mm)
E6,4	6,4
E8	8
E10	10
E12,5	12,5
E14	14
E16	16
E20	20

Datele tehnice ale cîtorva tuburi moderne din seria europeană folosite curent în amplificatoarele de joasă frecvență

Notații folosite:

U_a	— tensiunea continuă dintre anod și catod
$U_a \sim$	— tensiunea alternativă dintre anod și masă
U_{ao}	— tensiunea continuă admisă de tub cînd $I_a = 0$ mA
U_b	— tensiunea continuă de alimentare
U_f	— tensiunea de filament
U_{fk}	— tensiunea dintre filament și catod
U_{g1}	— tensiunea de negativare pe grila 1
$U_{g1} \sim$ (N)	— tensiunea alternativă necesară pe grilă pentru a obține la ieșire puterea nominală
$U_{g1} \sim$ (50 mW)	— tensiunea alternativă necesară pe grilă pentru a obține la ieșire o putere de 50 mW
I_a	— curent anodic
$I_{a\,max}$	— curentul anodic la semnal maxim
I_{ao}	— curentul continuu anodic cînd $U_{g1} \sim = 0V$
I_f	— curentul de filament
I_{g2}	— curentul de ecran
$I_{g2\,max}$	— curentul de ecran la semnal maxim
I_{g20}	— curentul de ecran cînd $U_{g1} \sim = 0V$
I_k	— curentul de catod
R_a	— rezistența de sarcină
R_{aa}	— rezistența de sarcină pentru amplificator în contratimp
R_{g1}	— rezistența pe grilă
R_{g2}	— rezistența pe ecran
R_i	— rezistența internă
R_k	— rezistența de catod
N	— puterea de ieșire de audiofrecvență
N (10%)	— puterea de ieșire pentru distorsiuni 10%
N_a	— puterea de disparitie pe anod
N_{g2}	— puterea de disparitie pe ecran
S	— panta
μ	— factorul de amplificare
μ_{g2g1}	— factorul de amplificare între grila *1* și *2*
a	— amplificarea de tensiune
R'_g	— rezistența de intrare a etajului următor
k	— factorul de distorsiuni de neliniaritate
U_{g2}	— tensiunea pe grila ecran
U_{g3}	— tensiunea pe grile superioare

Tipul	Funcționare normală	Valori maxime
1	2	3
EABC80 **Triodă-triplă diodă** U_f = 6,3 V I_f = 450 mA U_a = 250 V U_g = —3 V I_a = 1 mA S = 1,4mA/V μ = 70 R_i = 50 kΩ	R_g = 10 MΩ; R_k = 0 Ω U_b 250 250 250 V R_a 220 100 47 kΩ R'_g 680 330 150 kΩ I_a 0,76 1,4 2,2 mA a 54 47 36 ori k ($U_{a\sim}$ = 3 V_{ef}) 0,2 0,25 0,3 % k ($U_{a\sim}$ = 5 V_{ef}) 0,25 0,5 0,6 % k ($U_{a\sim}$ = 8 V_{ef}) 0,6 0,8 1,0 %	U_a = 300 V N_a = 1 W I_k = 5 mA R_g = 22 MΩ R_{fk} = 20 kΩ U_{fk} = 150 V
EBC81 **Triodă-dublă diodă** U_f = 6,3 V I_f = 230 mA U_a = 250 V U_g = —3 V I_a = 1 mA S = 1,2 mA/V μ = 70	U_b 250 250 250 250 V R_a 220 100 220 100 kΩ R_k 1,8 1,2 — — kΩ R_g 1 1 22 22 MΩ R'_g 0,68 0,33 0,68 0,33 MΩ I_a 0,7 1,15 0,76 1,4 mA a 51 43 52 44 ori k ($U_{a\sim}$ = 5 V_{ef}) 0,55 0,6 0,5 0,7 % k ($U_{a\sim}$ = 10 V_{ef}) 0,9 1,1 0,8 0,9 %	U_a = 300 V N_a = 1 W I_k = 5 mA R_g = 22 MΩ R_{fk} = 20 kΩ U_{fk} = 150 V
ECC82 **Dublă-triodă cu catozi separați** U_f = 6,3/12,6 V I_f = 300/150 mA U_a = 250 V U_g = —8,5 V I_a = 10,5 mA S = 2,2 mA/V R_i = 7,7 kΩ μ = 17	R_a = 100 kΩ, R'_g = 330 kΩ, R_k = 2,2 kΩ U_b 200 250 300 350 400 V I_a 1,3 1,63 1,97 2,3 2,62 mA $U_{a\sim}$ 22 28 36 43 50 V_{ef} a 14,5 14,5 14,5 14,5 14,5 k 4,7 4,8 4,9 5,0 5,1 %	U_a = 300 V N_a = 2,75 W I_k = 20 mA R_g = 1 MΩ U_{fk} = 180 V

(*continuare*)

Tipul	Funcționare normală	Valori maxime
1	2	3
ECC83 **Dublă-triodă cu catozi separați** U_f = 6,3/12,6 V I_f = 300/150 mA U_a = 100 V U_g = —1 V I_a = 0,5 mA S = 1,25 mA/V R_i = 80 kΩ μ = 100	U_b 250 400 250 400 250 400 V R_a 47 47 100 100 220 220 kΩ R'_g 150 150 330 330 680 680 kΩ R_k 1,2 0,68 1,5 0,82 2,7 1,2 kΩ I_a 1,18 2,45 0,36 1,72 0,48 1,02 mA a 37,5 44 54,5 63 66,5 76,5 ori U_a 23 37 26 38 28 38 V_{ef} k 7 3,6 3,9 1,7 3,4 1,1 %	U_a = 300 V N_a = 1 W I_k = 8 mA U_g = — 50 V R_g = 22 MΩ U_{fk} = 180 V R_{fk} = 20 kΩ
U_a = 250 V U_g = —2 V I_a = 1,2 mA S = 1,6 mA/V R_i = 62,5 kΩ μ = 100		
EC(L) 82 **Triodă-Pentodă** U_f = 6,3 V I_f = 780 mA	R_g = 3 MΩ | R_g = 22 MΩ U_b 170 200 | 170 200 V R_a 220 220 | 220 220 kΩ R'_g 680 680 | 680 680 kΩ R_k 2,7 2,2 | — — kΩ I_a 0,43 0,52 | 0,5 0,61 mA $U_{a\sim}$ 25 26 | 20 25 V_{ef} a 51 52 | 53 55 ori k 2,3 1,6 | 1,1 1,4 %	U_a = 300 V N_a = 1 W I_k = 15 mA R_g = 22 MΩ U_{fk} = 100 V R_{fk} = 20 kΩ
U_a = 100 V U_g = 0 V I_a = 3,5 mA S = 2,5 mA/V μ = 70		
EF 86 **Pentodă preamplificatoare cu zgomot mic** U_f = 6,3 V I_f = 200 mA	U_b 150 200 250 300 V R_a 100 100 100 100 kΩ R_{g2} 470 390 390 390 kΩ R'_{g1} 330 330 330 330 kΩ R_k 1,5 1 1 1 kΩ I_k 1 1,65 2,05 2,45 mA	U_a = 300 V N_a = 1 W U_{g2} = 200 V N_{g2} = 0,2 W I_k = 6 mA

Tipul	Funcționare normală	Valori maxime
1	2	3
	a 95 106 112 116 ori $U_{a\sim}$ (k = 5%) 22 40 50 64 V_{ef}	R_{g1} = 22 MΩ U_{fk} = 50 V R_{fk} = 20 KΩ
U_a = 250 V U_{g3} = 0 V U_{g2} = 140 V U_{g1} = — 2 V I_a = 3 mA I_{g2} = 0,6 mA S = 2 mA/V R_i = 2,5 MΩ μ_{g2g1} = 38	U_b 150 200 250 300 V R_a 220 220 220 220 kΩ R_{g2} 1 1 1 1 MΩ R'_{g1} 680 680 680 680 kΩ R_k 2,7 2,2 2,2 2,2 kΩ I_k 0,55 0,75 0,9 1,1 mA a 150 170 180 188 ori $U_{a\sim}$ (k = 5%) 24,5 36 46 54 V_{ef}	

Tuburi amplificatoare de putere

1	2	3
E(C)L82 **Triodă-Pentodă** U_f = 6,3 V I_f = 780 mA	Clasă A U_a 170 200 200 V U_{g2} 170 170 200 V U_{g1} —11,5 —12,5 —16 V I_a 41 35 35 mA I_{g2} 8 6,5 7 mA R_a 3,9 5,6 5,6 kΩ $U_{g1\sim}$ (N) 6 5,8 6,6 V_{ef} N (10%) 3,3 3,4 3,5 W $U_{g1\sim}$ (50 mW) 0,59 0,56 0,6 V_{ef}	U_{a0} = 900 V U_a = 600 V N_a (U_a > 250V) = 5 W N_a (U_a < 250V) = 7 W U_{g20} = 550 V U_{g2} = 300 V N_{g2} = 1,8 W I_k = 50 mA R_{g1} 1) = 2 MΩ R_{g1} 2) = 1 MΩ U_{fk} = 100 V R_{fk} = 20 KΩ
U_a = 200 V U_{g2} = 200 V U_{g1} = —16 V I_a = 35 mA I_{a2} = 7 mA S = 6,4 mA/V R_i = 20 K μ_{g2g1} = 9,5	*2 tuburi în contratimp clasă AB* U_a 170 200 V U_{g2} 170 200 V R_k 135 165 Ω I_{a0} 2×33 2×35 mA $I_{a\,max}$ 2×37 2×38 mA I_{g20} 2× 6,2 2× 6,5 mA	

1) negativare automată
2) negativare fixă

Tipul	Funcționare normală		Valori maxime
1	2		3
	$I_{g2\,max}$ 2×15 2×16,5 mA R_{aa} 5 5 kΩ $U_{g1\sim}$ (N) 9 10,9 V_{ef} N 7 9 W k 4 4,8 %		
EL 34 **Pentodă** U_f = 6,3 V I_f = 1,5 A U_a = 250 V U_{g3} = 0V U_{g2} = 265 V U_{g1} = —13,5 V I_a = 100 mA I_{g2} = 15 mA S = 11 mA/V R_i = 15 kΩ μ_{g2g1} = 11	Clasă A U_b 265 V R_{g2} 0 kΩ U_{g3} 0 V U_{g1} —13,5 V I_a 100 mA I_{g2} 14,9 mA R_a 2 kΩ $U_{g1\sim}$ (N) 8,7 V_{ef} N(10%) 11 W U_{g1} (50 mW) 0,5 V_{ef} *2 tuburi contratimp* Clasă *AB* U_b 400 V U_{g3} 0 V R_k 1) 220 Ω I_{k0} 2×65 mA $I_{k\,max}$ 2×71 mA R_{aa} 5 kΩ $U_{g1\sim}$(N) 22 V_{ef} N(3%) 16,5 W	*2 tuburi contratimp* Clasă AB U_b 375 V R_{g2} 1) 470 Ω R_k 1) 130 Ω U_{g3} 0 V I_{a0} 2×75 mA $I_{a\,max}$ 2×95 mA I_{g20} 2×11,5 mA $I_{g\,max}$ 2×22,5 mA R_{aa} 3,4 kΩ $U_{g1\sim}$(N) 21 V_{ef} N(5%) 35 W *2 tuburi contratimp* Clasă B U_b 800 V U_{g2} 400 V R_{g2} 1) 750 Ω U_{g1} — 39 V I_{a0} 2×25 mA $I_{a\,max}$ 2×91 mA I_{g20} 2×3 mA $I_{g2\,max}$ 2×19 mA R_{aa} 11 kΩ $U_{g1\sim}$(N) 23,4 V_{ef} N(5%) 100 W	U_{a0} = 2 000 V U_a = 800 V N_a = 25 W U_{g20} = 800 V U_{g2} = 425 V N_{g2} = 8 W I_k = 150 mA R_{g1} 2) = 0,7MΩ R_{g1} 3) = 0,5MΩ U_{fk} = 100 V R_{fk} = 20 kΩ

1) comună
2) negativare automată
3) negativare fixă

<table>
<tr><th>Tipul</th><th colspan="2">Funcționare normală</th><th>Valori maxime</th></tr>
<tr><td>1</td><td colspan="2">2</td><td>3</td></tr>
<tr>
<td rowspan="2">FL 84

Pentodă

U_f = 6,3 V
I_f = 760 mA

U_a = 250 V
U_{g2} = 250 V
U_{g1} = —7,3 V
I_a = 48 mA
I_{g2} = 5,5 mA
S = 11,3 mA/V
R_i = 40 kΩ
μ_{g2g1} = 19</td>
<td>Clasă A

U_a 250 V
U_{g2} 250 V
R_k 135 Ω
I_a 48 mA
I_{g2} 5,5 mA
R_a 5,2 kΩ
$U_{g1\sim}$(50 mW) 0,3 V_{ef}
U_{g1}(N) 4,3 V_{ef}
N (10%) 1) 5,7 W
N 2) 6 W</td>
<td>*2 tuburi contratimp*
Clasă AB

U_a 250 300 V
U_{g2} 250 300 V
R_k 3) 130 130 Ω
I_{a0} 2×31 2×36 mA
$I_{a\,max}$ 2×37,5 2×46 mA
I_{g2} 2×3,5 2×4 mA
$I_{g2\,max}$ 2×7,5 2×11 mA
R_{aa} 8 8 kΩ
$U_{g1\sim}$(N) 8 10 V_{ef}
N 11 17 W
k 3 4 %</td>
<td rowspan="2">U_a = 300 V
N_a = 12 W
U_{g2} = 300 V
N_{g2} = 2 W
$N_{g2\,max}$ = 4 W
U_{g1} = —100 V
I_k = 65 mA
R_{g1} = 1 MΩ
R_{g1} 1) = 0,3 MΩ
U_{fk} = 100 V</td>
</tr>
<tr>
<td colspan="2">*2 tuburi în contratimp*
Clasă B

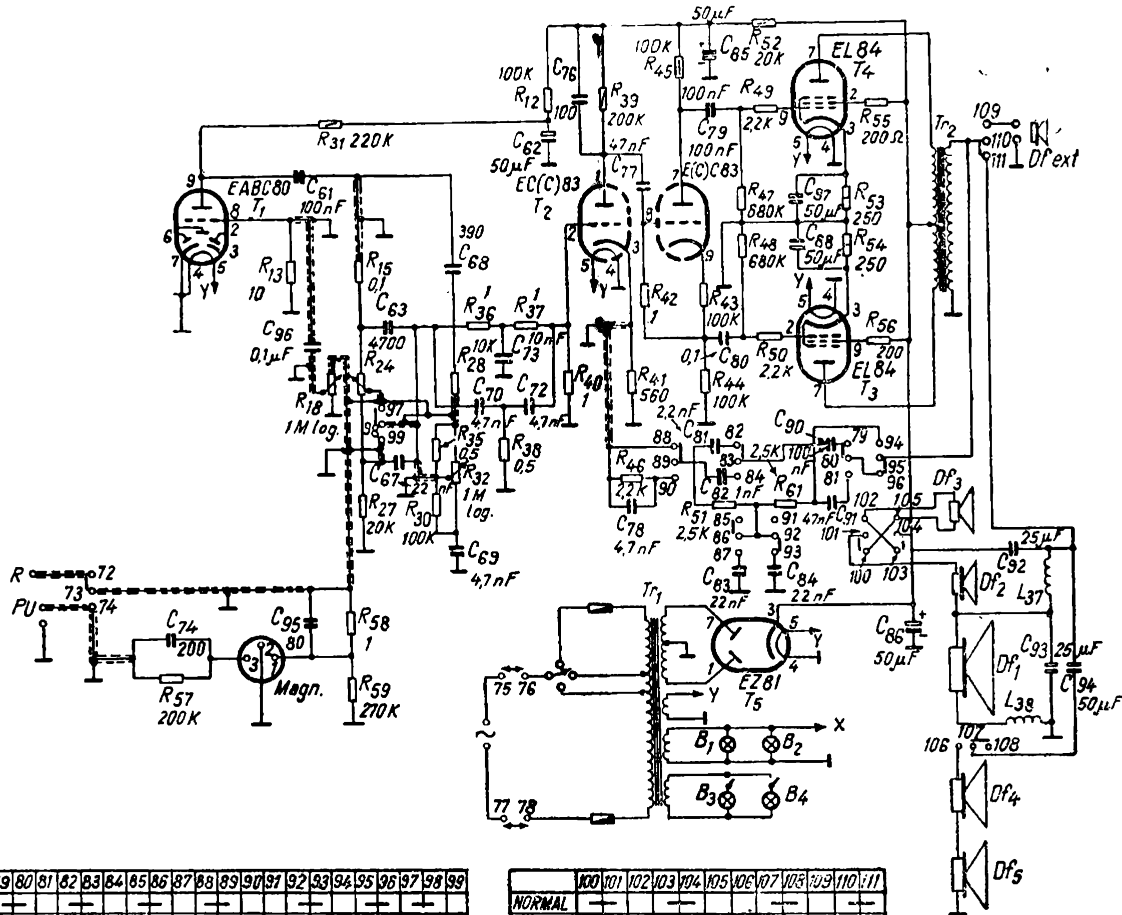
U_a 250 300 V
U_{g2} 250 300 V
U_{g1} —11,6 —14,7 V
I_{a0} 2×10 2×7,5 mA
$I_{a\,max}$ 2×37,5 2×46 mA
I_{g20} 2×1,1 2×0,8 mA
$I_{g2\,max}$ 2×7,5 2×11 mA
R_{aa} 8 8 kΩ
$U_{g1\sim}$(N) 8 10 V_{ef}
N 11 17 W
k 3 4 %</td>
</tr>
</table>

1) negativare fixă
2) I_{g1} = +0,3 μA
3) comună

BIBLIOGRAFIE

1. * * * Схемы радиолюбительских усилителей низкой частоты. Москва — Ленинград Госэнергоиздат, 1957.
2. * * * Усилитель без выходного трансформатора — Радио № 8, 1958.
3. *В.К. Лабутин* — Новое в технике высококачественного усиления — Г Э И — Москва — Ленинград, 1957.
4. *А. Кузьменко* — Высококачественный усилитель низкой частоты — Радио № 5, 1957.
5. *М. Ганзбург* — Двухканальный усилитель Н.Ч — Радио № 5, 1958.
6. * * * Регуляторы тембра — Радио № 8, 1958.
7. *В. Большов* — Псевдостереофоническое звуковостроизведение — Радио № 11, 1958.
8. *В. Лабутин* — Ультралинейнный усилитель — Радно, № 11, 1958.
9. * * * Компенсированные регуляторы громкости — Радио № 11, 1958
10. * * * Регуляторы тембра — Радио № 1, 1959 г.
11. * * * Комбинированный регулятор тембра — Радио № 4, 1959.
12. * * * Усилитель Н Ч без выходного трансформатора — Радио № 8, 1959
13. *Р.М. Малинин* — Усилитель низкой частоты — Госэнергоиздат — 1953.
14. *M. D. Ganzburg*, Îmbunătățirea sonorității radioreceptoarelor, Editura Tehnică, 1959.
15. *T. Tănăsescu*, Circuite electronice, Editura Academiei, 1957.
16. *Gh. Cartianu*, Bazele radiotehnicii, Institutul Politehnic, București, 1958.
17. * * *, Vlastnosti a údržba magnetofonu TESLA „Sonet“, Sdelovaci Technica, nr. 11, 1959.
18. *Budinsky J.*, Mărimile caracteristice ale tranzistoarelor cu contact plat, în practică — Sdelovaci Technika, IV (1956), nr. 10 (oct).
19. * * * SD11, SD12, SD13, Radioschau — noiembrie, decembrie, 1958.
20. *J. Riethmüller*, Amplificateurs de puissance — Toute la Radio, nr. 230, nr. 232, nr. 233, noiembrie 1958, ianuarie, februarie 1959.
21. *Rodrigues de Miranda, J.* — Niederfrequenzverstärker mit direkt gekoppeltem Lautsprecher — Radio und Fernsehen, 7 (1958), 5 (martie).
22. *P. Loyez*, Préamplificateur grand amateur 1960, Revue du Son, septembrie 1959.

23. *P. Loyez*, Étude critique d'un préamplificateur, Revue du Son nr. 75—76, iulie-august 1959.
24. *D. T. N. Williamson*, High Quality Amplifier new version, Wireless World, august 1949.
25. *W. A. Ferguson*, Design for a 20 — Wate High Quality Amplifier-Wireless World, mai-iunie, 1955.
26. *B. B. Bauer*, *J. Hollywood*, *G. Maerkle*, A Two-Way Stereophonic Amplifier, Audio, octombrie 1958.
27. *R. L.*, Une élégante solution au problème de l'électrophone stéréophonique, Revue du Son, ianuarie 1959.
28. * * * Un nouvel amplificateur stéréophonique de puissance moyenne, Revue du Son, nr. 86, iunie 1960.
29. *J. Riethmuller*, Préamplificateurs à transistors précédant des appareils à lampes — Toute la Radio, nr. 218, septembrie 1957.
30. * * * Experimentons les transistors — Préamplificateurs basse fréquence — Toute la Radio, nr. 222, ianuarie 1958.
31. *I. Dewevre* — Amplificateur phonographique à transistors — Revue du Son nr. 86, iunie 1960.



	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99
ORCH	—	—		—	—		—	—		—	—			—	—		—	—	—	—	
BAS		—	—	—	—		—	—		—	—			—	—		—	—	—	—	
JAZZ	—	—			—	—		—	—	—	—			—	—		—	—	—	—	
VORBA	—	—		—	—		—	—			—	—	—	—		—	—			—	—

	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111
NORMAL	—	—		—	—			—	—		—	—
PLASTIC		—	—		—	—		—	—		—	—
3 D	—	—		—	—		—	—			—	—
DIF EXT	—	—		—	—			—	—	—	—	

Fig. 40. Schema de principiu a amplificatorului de joasă frecvenţă al combinei muzicale Electronica.

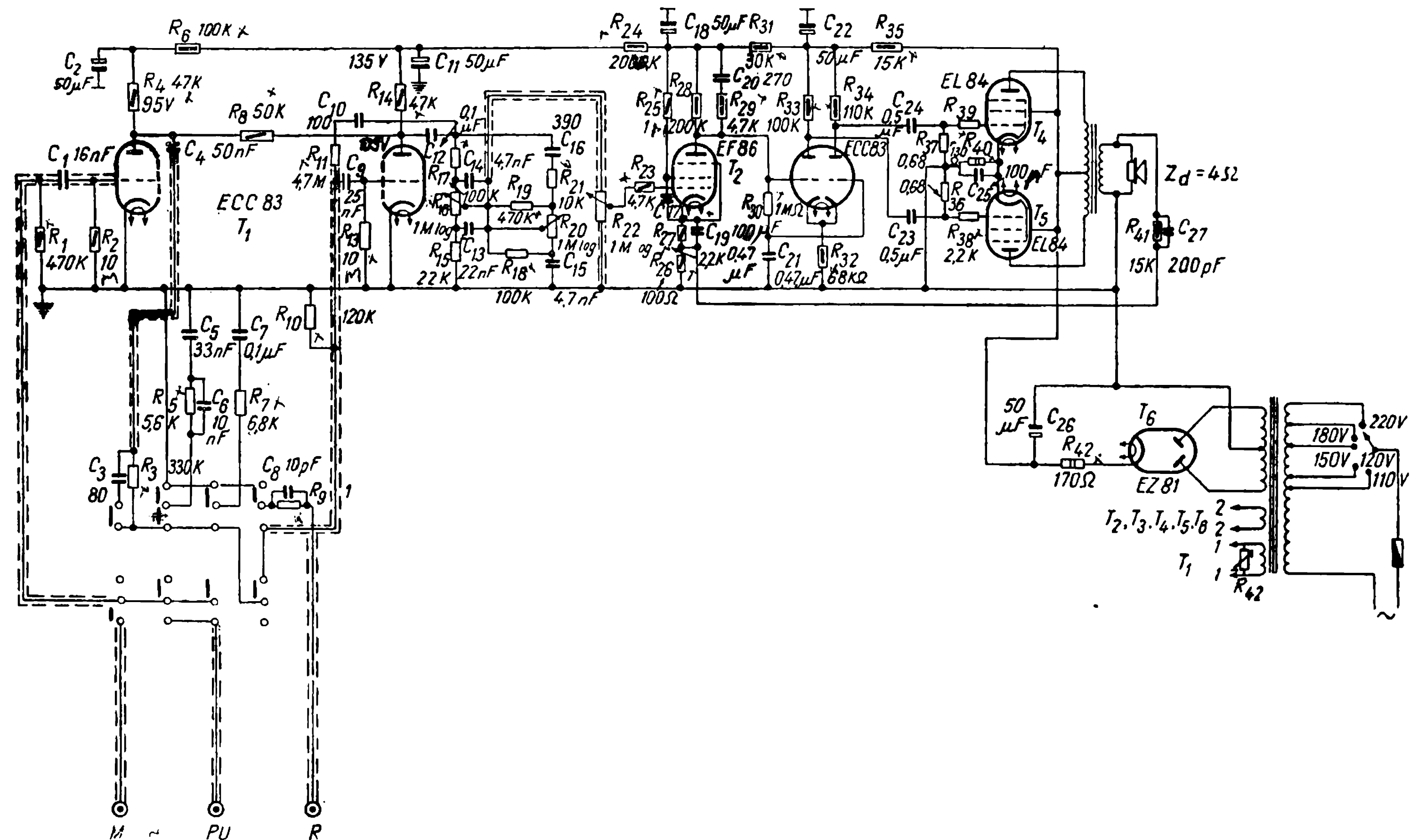


Fig. 60. Schema de principiu a unui amplificator de 10 W.

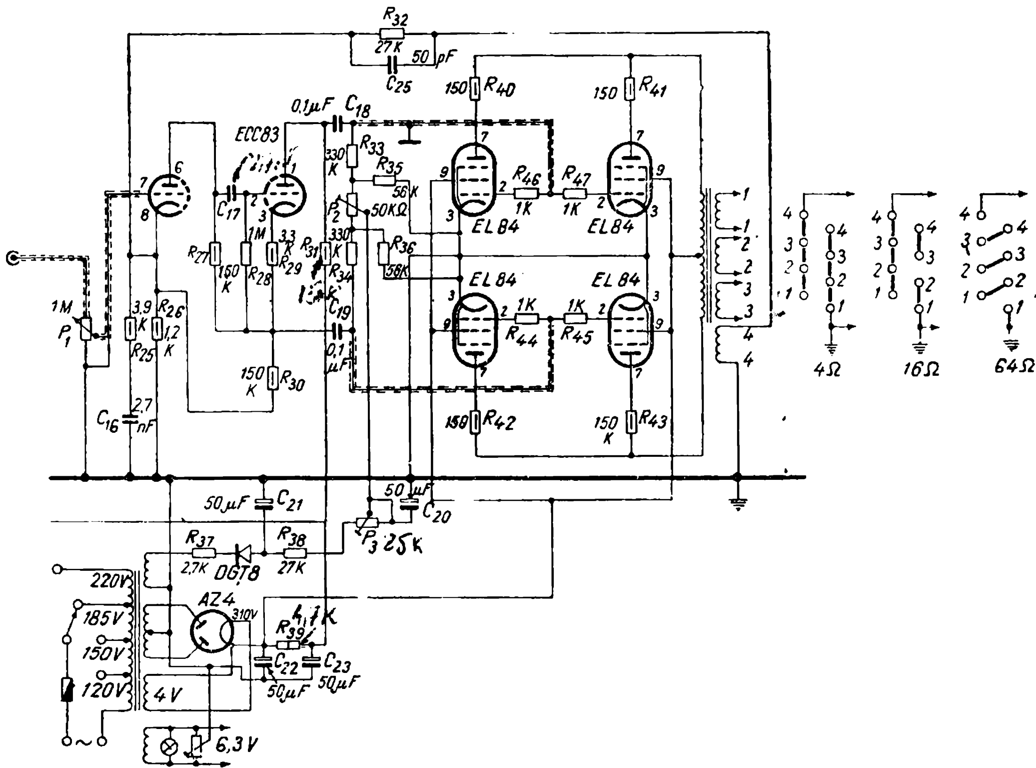


Fig. 62. Schema de principiu a unui amplificator de 20 W.

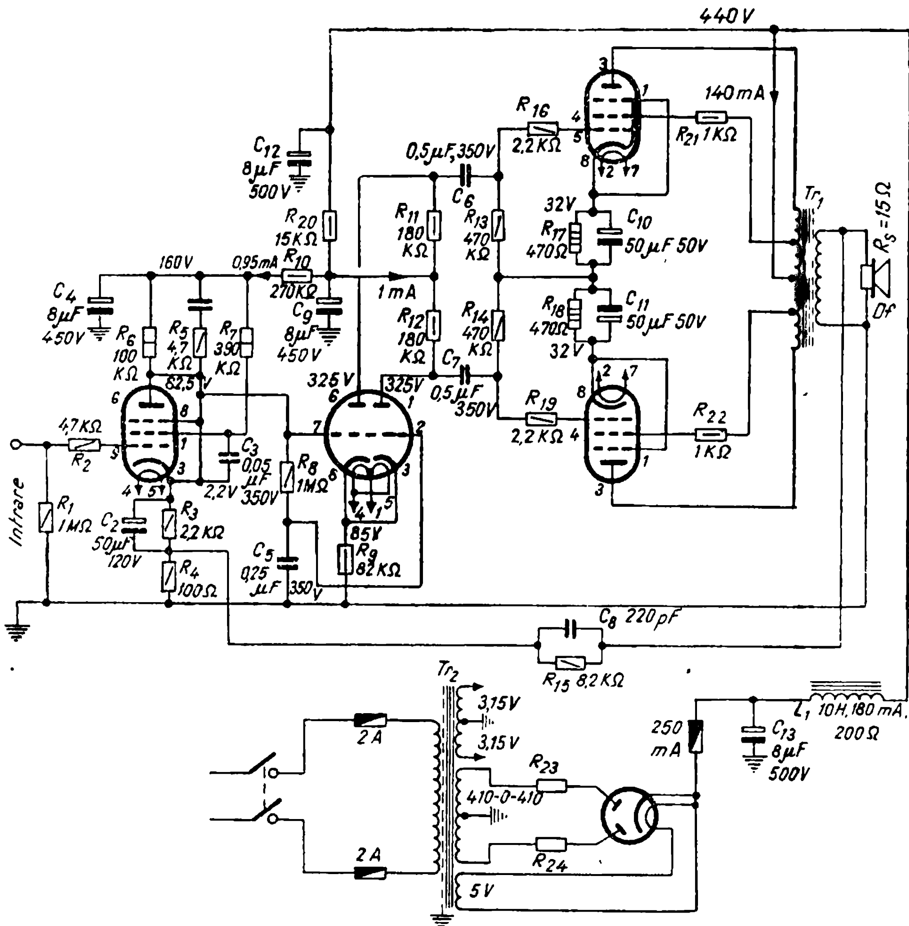
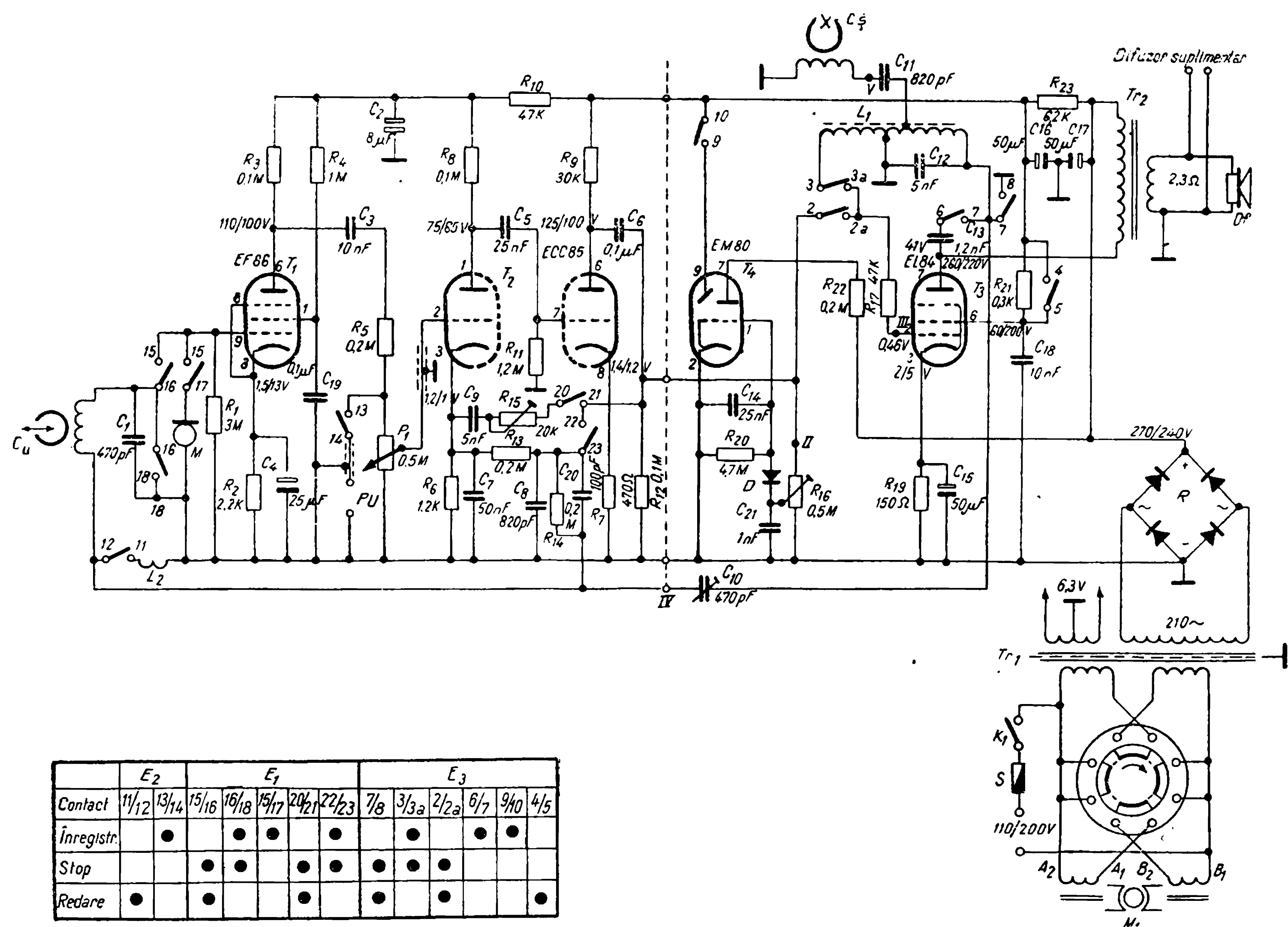


Fig. 68. Schema de principiu a amplificatorului Ferguson.



	E2		E1					E3					
Contact	11/12	13/14	15/16	16/18	15/17	20/21	22/23	7/8	3/3a	2/2a	6/7	9/10	4/5
Înregistr.		●		●	●		●		●		●	●	
Stop			●	●		●	●	●	●	●			
Redare	●		●			●		●		●			●

Fig. 77. Schema de principiu a magnetofonului „Mambo“.

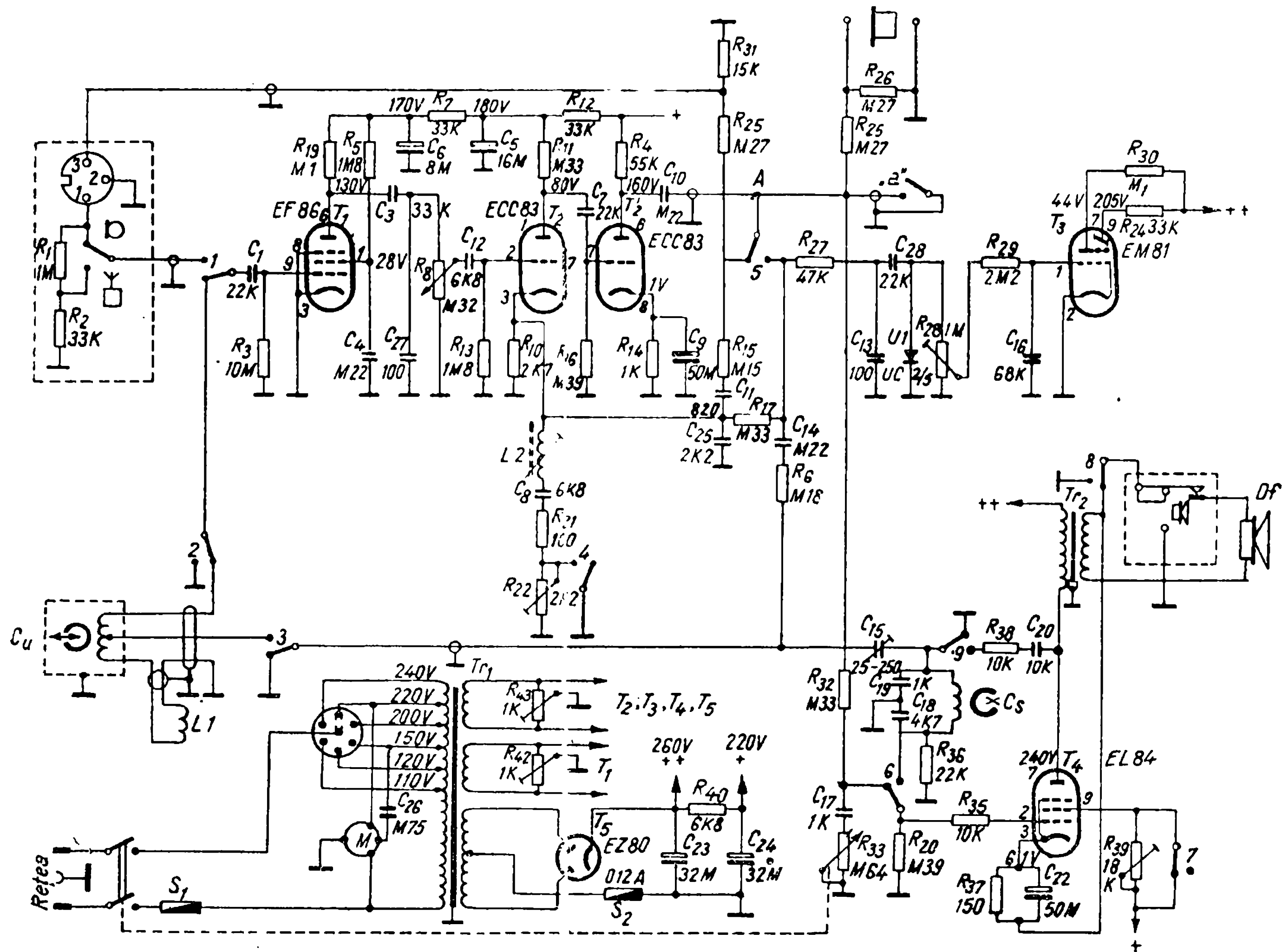


Fig. 78. Schema de principiu a magnetofonului „Sonet".

TABLA DE MATERIE

Redactor responsabil : Ing. Varia Mihai
Tehnoredactor : Ing. Mayer Al. George

Dat la cules 12.12.1960. Bun de tipar 08.03.1961 Apărut 1961. Tiraj : 10.000+140. Broșate. Hîrtie semivelină de 65 g/m², 540×840/16. Coli editoriale 8,10. Coli de tipar 10,375. Planșe : tipar 6. A. 06443/1960. C.Z. pentru bibliotecile mari 621.396.645.33. C.Z. pentru bibliotecile mici 621.

Tiparul executat sub com. nr. 2106 la Combinatul Poligrafic Casa Scînteii „I. V. Stalin", Piața Scînteii nr. 1, București — R.P.R.

E R A T Ă

Pag.:	Rîndul:	În loc de:	Se va citi:	Din vina:
8	13	etalonului	tubului	Editurii
83	Fig. 47	$\frac{2 \times 294}{0,2}$	$\frac{2 \times 909}{0,2}$	Autorului

C. 2.106 — Scheme de amplificatoare

LUCRARILE DIN COLECȚIA RADIO ȘI TELEVIZIUNE

PE ANUL 1961

SCHEME DE AMPLIFICATOARE DE JOASĂ FRECVENȚĂ
de **P. APOSTOL**

REACȚIA ÎN RADIORECEPTOARE
(trad. din l. rusă)
de **F. V. BARKAN**

ÎNTREȚINEREA ȘI DEPANAREA RADIORECEPTOARELOR CONSTRUITE ÎN R. P. R.
de **D. LĂZĂROIU**

ANTENE DE RECEPȚIE CU FERITĂ
(trad. din l. rusă)
de **V. I. HOMICI**

STAȚII RADIO DE BUZUNAR
(trad. din l. rusă)
de **L. I. KUPRIANOVICI**

APLICAȚIILE ÎNREGISTRĂRII MAGNETICE
(trad. din l. rusă)
de **A. F. JOFFE**

SCHEME ELECTRICE DE MAGNETOFON
(trad. din l. rusă)
de **V. G. KOROLKOV**

ANTENE DE TELEVIZIUNE
(trad. din l. rusă)
de **N. ZAGHIK** și **N. KAPCINSKI**

COLECȚIA

Lei 4,70